

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-099693

(43)Date of publication of application : 07.04.2000

(51)Int.Cl.

G06T 1/00
G09B 29/00

(21)Application number : 10-266237

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 21.09.1998

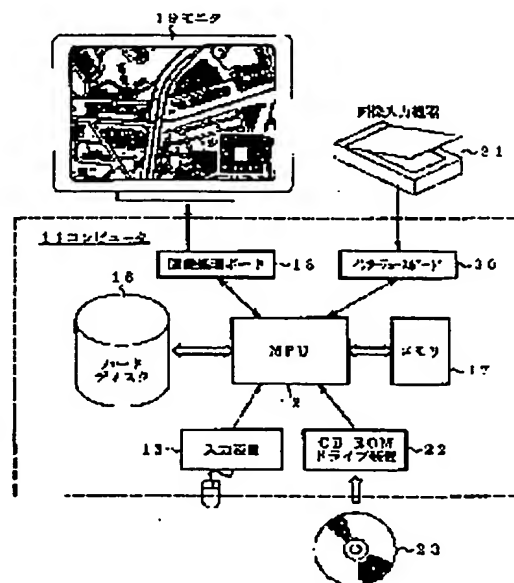
(72)Inventor : RYU MAKOTO

(54) IMAGE CONNECTION SYSTEM AND STORAGE MEDIUM RECORDING IMAGE CONNECTION PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To simply and clearly input the positional relations among plural images by collating these images with each other and at the same time inputting the corresponding points of the images on a screen.

SOLUTION: When an image connection program is activated on a computer 11, an MPU 12 produces a dialog on a monitor screen. The dialog includes two windows which are placed side by side and display a basic image and its connected image inputted via an image input device 21, etc., respectively. In such a condition where the dialog is displayed, the MPU 12 waits for the mouse input operations of an operator. The operator collates two images included in the dialog with each other and decides at least two corresponding points overlapping each other between both images. For instance, those two images are shown on a map and the operator finds out a crossroads which are common to both map images. Then the operator decides the upper and lower right corners of the crossing part of the crossroads as the corresponding points, puts a mouse pointer on these corresponding points and clicks a mouse.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3080080

[Date of registration] 23.06.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

23.06.2003

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-99693

(P2000-99693A)

(43)公開日 平成12年4月7日(2000.4.7)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

マーク* (参考)

G 0 6 T 1/00

G 0 6 F 15/66

4 7 0 J 2 C 0 3 2

G 0 9 B 29/00

G 0 9 B 29/00

A 5 B 0 5 7

9 A 0 0 1

審査請求 有 請求項の数7 O L (全 30 頁)

(21)出願番号 特願平10-266237

(22)出願日 平成10年9月21日(1998.9.21)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 劉 真

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(74)代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺 (外1名)

Fターム(参考) 2C032 HC24 HC25

5B057 BA23 CD02 CD03 CD05 CE10

CH11 DB02 DC02 DC08

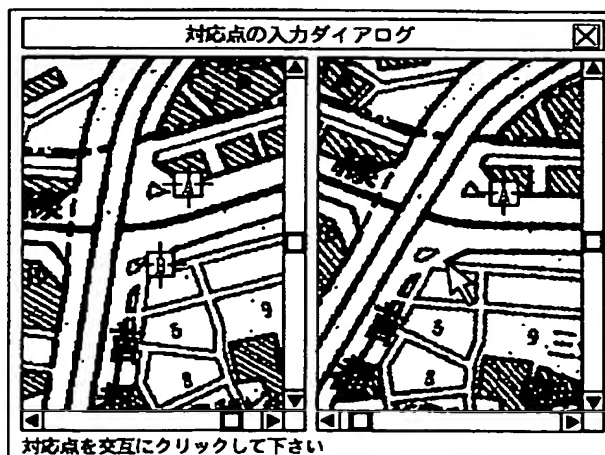
9A001 HH24 HH28

(54)【発明の名称】 画像接続システム、および画像接続プログラムを記録した記録媒体

(57)【要約】

【課題】 本発明は、複数の画像の接続処理を行う画像接続システムおよび画像接続プログラムを記録した記録媒体に関して、これらの画像間の位置関係を、簡単かつ確実に入力するためのマンマシンインターフェースを実現することを目的とする。

【解決手段】 複数の画像を一緒にまたは順次に表示して画面上での位置入力を受け付け、複数の画像間で重複する対応点を少なくとも2箇所取り込む位置入力部と、位置入力部において得た一方の画像の対応点に、その他の画像の対応点を重ねるための平行移動量および回転量を算出する移動量算出部と、移動量算出部において算出した平行移動量および回転量を用いて、その他の画像を座標変換し、共通の座標空間上に複数の画像を配置する画像配置部とを備えて、画像接続システムを構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の画像を接続する画像接続システムであって、

前記複数の画像を一緒または順次に表示して画面上での位置入力を受け付け、前記複数の画像間で重複する対応点を少なくとも2箇所取り込む位置入力部と、

前記位置入力部において得た一方の画像の対応点に、その他の画像の対応点を重ねるための平行移動量および回転量を算出する移動量算出部と、

前記移動量算出部において算出した平行移動量および回転量を用いて、前記その他の画像を座標変換し、共通の座標空間上に前記複数の画像を配置する画像配置部とを備えたことを特徴とする画像接続システム。

【請求項2】 請求項1に記載の画像接続システムにおいて、

前記移動量算出部は、

各画像内において1箇所の対応点とその他の箇所の対応点とを連結したベクトルを定め、前記複数の画像間において前記ベクトルの相対角度を算出し、その相対角度から前記回転量を求める回転量算出部と、

前記複数の画像間において前記1箇所の対応点の隔たりを算出し、その隔たりから前記平行移動量を求める平行移動量算出部とを有することを特徴とする画像接続システム。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の画像接続システムにおいて、

前記移動量算出部は、

各画像内において対応点の間隔を算出し、その間隔の比率から前記複数の画像間の縮尺関係を求める縮尺算出部を有し、

前記画像配置部は、前記縮尺算出部において求めた縮尺関係に基づいて画像の拡大もしくは縮小を行い、前記共通座標空間上に配置する画像の縮尺関係を合わせること

を特徴とする画像接続システム。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の画像接続システムにおいて、

前記画像配置部は、

前記共通座標空間上に各画像を配置するにあたって、前記位置入力部において得た対応点を通る線分で各画像の不要部分をカットすることを特徴とする画像接続システム。

【請求項5】 請求項4に記載の画像接続システムにおいて、

前記画像配置部は、

2箇所以上の対応点を通る複数通りの線分から、画像の接続方向との角度が直角に近い線分を選び出し、選んだ線分を用いて各画像の不要部分をカットすることを特徴とする画像接続システム。

【請求項6】 請求項4に記載の画像接続システムにおいて、

前記画像配置部は、

2箇所以上の対応点を通る複数通りの線分から、カットされる不要部分の総面積が最も少ない線分を選び出し、選んだ線分を用いて各画像の不要部分をカットすることを特徴とする画像接続システム。

【請求項7】 請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の画像接続システムにおいて、

前記共通座標空間上に配置される複数の画像を、外部入力される画像表示角度に応じて回転処理し、接続済み画像として格納する画像格納部と、

前記画像格納部に格納された接続済み画像をスクロール方向に従って順次に表示し、複数個の接続済み画像にまたがるスクロール表示を実行するスクロール表示部とを備え、

前記画像表示角度に合わせた画像の回転処理を画像接続中に完了することによって、スクロール表示中における画像の回転処理を不要としたことを特徴とする画像接続システム。

【請求項8】 請求項7に記載の画像接続システムにおいて、

前記画像格納部は、

格納中の接続済み画像に関連付けて、動画情報、静止画情報、音声情報、コマンド情報または文字情報の少なくとも一つを含むオブジェクトが登録可能なオブジェクト指向データベースと、

外部から与えられる画面上の位置指示に対応して、前記オブジェクト指向データベースからオブジェクトを選択し、選択したオブジェクトを画像表示のタイミングに合わせて実行するオブジェクト実行部とを含むことを特徴とする画像接続システム。

【請求項9】 請求項7に記載の画像接続システムにおいて、

前記画像格納部は、

格納中の接続済み画像に関連付けて、動画情報、静止画情報、音声情報、コマンド情報または文字情報の少なくとも一つを含むオブジェクトが登録可能なオブジェクト指向データベースと、

外部から与えられる画面上の位置指示に対応し、下記

(1)、(2)の少なくとも一方を実行して、前記オブジェクト指向データベースを更新するオブジェクト更新部とを含む

ことを特徴とする画像接続システム。

(1) 前記位置指示に対応する登録済みオブジェクトを前記オブジェクト指向データベースから選択し、選択した登録済みオブジェクトに対し編集、更新または削除のいずれか一つを実行する処理

(2) 前記位置指示に対応付けて、前記オブジェクト指向データベースにオブジェクトを新規登録する処理

【請求項10】 コンピュータを、請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の位置入力部、移動量算出

部、画像配置部として機能させるための画像接続プログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体。

【請求項11】 コンピュータを、請求項7ないし請求項9のいずれか1項に記載の位置入力部、移動量算出部、画像配置部、画像格納部、スクロール表示部として機能させるための画像接続プログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の画像の接続処理を行う画像接続システム、および画像接続プログラムを記録した記録媒体に関する。特に、本発明は、これらの画像間の位置関係を、簡単かつ確実に入力するためのマンマシンインターフェースの技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、画像接続システムのアルゴリズムとして、テンプレートマッチングもしくは構造マッチングを行うものが知られている。このうち、テンプレートマッチングを使用した画像接続システムは、次のような手順で画像の接続処理を実行する。

【0003】（ステップ1）接続すべき画像（以下「連接画像」という）から一部範囲の画像データを切り出して、テンプレート画像を作成する。

（ステップ2）基準とする画像（以下「基画像」という）の範囲内に、一部範囲を初期設定する。

（ステップ3）基画像の一部範囲と、テンプレート画像との間で、画素ごとの差をとり、これら画素差の絶対値の総和（いわゆる「残差」）を計算する。なお、この計算中に残差の途中結果が所定のしきい値を超えた場合、基画像の一部範囲とテンプレート画像とは一致の可能性がないと判断し、その時点で残差の計算を打ち切る。

【0004】（ステップ4）残差の最終結果が、許容値以下か否かを判定する。許容値よりも大きい場合、基画像の一部範囲とテンプレート画像とは不一致であると判断する。この場合、一部範囲の設定を基画像の上でわずかにずらした後、ステップ3に動作を戻す。一方、許容値以下の場合、基画像の一部範囲とテンプレート画像とは一致すると判断して、ステップ5に動作を移行する。

【0005】（ステップ5）基画像の一部範囲に、テンプレート画像が重なるように、連接画像を平行移動し、基画像と連接画像とを接続する。以上のような残差を計算するアルゴリズム（残差逐次検定法）の他に、基画像とテンプレート画像との相互相関係数から画像の一致を判断するアルゴリズムが知られている（詳しくは、1991年刊行の東京大学出版会『画像解析ハンドブック』707頁～712頁に記載されている）。

【0006】一方、構造化マッチングを使用した画像接続システムとしては、画像内から分岐点などの特徴情報を抽出し、これら特徴情報に基づいて画像の位置合わせを行うものが知られている（詳しくは、上記『画像解析

ハンドブック』713頁～746頁に記載されている）。また、最近では、特徴情報の抽出に、FFT変換やGabor Wavelet変換を使用するものも知られている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したテンプレートマッチングを使用した従来例では、基画像と連接画像との間に、回転角度の違いや、縮尺比の違いがあった場合、マッチングの判定にあたって、回転角度や縮尺を何度も変えなければならない。そのため、残差などの計算回数が非常に増大してしまうという問題点があった。

【0008】一方、上述した構造化マッチングを使用した従来例では、回転角度などに対して不変な量（例えば、円上で計算したFFT変換係数など）を特徴情報とすることができる。したがって、理論上は、このような特徴情報の位置合わせにより、回転角度の違いに左右されず、画像の平行移動量を求めることができる。

【0009】しかしながら、デジタル画像においては、回転角度や、画像サイズが異なると、画像間の画素位置が一对一に対応しない。そのため、低解像度のデジタル画像については、特徴情報の不変性がさほど成立せず、構造化マッチングを適用しづらいという問題点があった。

【0010】また、上述したテンプレートマッチングや構造化マッチングの従来例に共通して、下記（a）～

（c）のような画像については、マッチングミスを起こしやすいという問題点もあった。

（a）画像の階調変化が少ない、もしくは緩やかであるといった場合

（b）画像の階調変化が極端に多い、もしくは周期性があるといった場合

（c）画像の重複面積が狭く、マッチングのための情報量が不足している場合

そこで、請求項1～8に記載の発明では、上述した問題点を解決するために、画像間の位置関係を簡単かつ確実に入力するためのマンマシンインターフェースを備えた画像接続システムを提供することを目的とする。

【0011】特に、請求項2に記載の発明では、入力された対応点（後述）に誤差があっても、画像の接続処理を確実に実行することが可能な画像接続システムを提供することを目的とする。請求項3に記載の発明では、画像間の縮尺比が異なっている場合においても、画像の接続処理を確実に実行することが可能な画像接続システムを提供することを目的とする。

【0012】請求項4に記載の発明では、画像の接続時に生じる各画像の不要部分を、簡易な処理でカットすることができる画像接続システムを提供することを目的とする。請求項5に記載の発明では、各画像の不要部分を適切な向きにカットすることが可能な画像接続システム

を提供することを目的とする。請求項6に記載の発明では、接続処理後の画像情報の消滅を軽減することが可能な画像接続システムを提供することを目的とする。

【0013】請求項7に記載の発明では、画像の表示角度を変更しながらスクロール表示を行うにあたって、スクロール表示の速度を高速化することが可能な画像接続システムを提供することを目的とする。請求項8、9に記載の発明では、オブジェクト指向データベースを付加した、具体的な形態の画像接続システムを提供することを目的とする。

【0014】請求項10に記載の発明では、請求項1～6に記載の画像接続システムをコンピュータ上で実現するための画像接続プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。請求項11に記載の発明では、請求項7～9に記載の画像接続システムをコンピュータ上で実現するための画像接続プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】（請求項1）請求項1に記載の発明は、複数の画像を接続する画像接続システムであって、複数の画像を一緒にまたは順次に表示して画面上での位置入力を受け付け、複数の画像間で重複する対応点を少なくとも2箇所取り込む位置入力部と、位置入力部において得た「一方の画像の対応点」に、「その他の画像の対応点」を重ねるための平行移動量および回転量とを算出する移動量算出部と、移動量算出部において算出した平行移動量および回転量を用いて、その他の画像を座標変換し、共通の座標空間上に複数の画像を配置する画像配置部とを備えたことを特徴とする。

【0016】このような構成では、位置入力部をマンマシンインターフェースとして新規に設ける。その結果、操作者側では、複数の画像を画面上で照合しながら、画像間で重複する対応点を見つけることができ、簡単かつ迅速な入力作業を行うことが可能となる。一方、移動量算出部では、位置入力部から取得した少なくとも2箇所の対応点から、画像の平行移動量および回転量を算出する。画像配置部は、これらの平行移動量および回転量を用いて画像の座標変換を実行する。したがって、回転角度の異なる画像に対しても、適切な接続処理を施すことができる。

【0017】（請求項2）請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の画像接続システムにおいて、移動量算出部は、各画像内において1箇所の対応点とその他の箇所の対応点とを連結したベクトルを定め、複数の画像間においてベクトルの相対角度を算出し、その相対角度から回転量を求める回転量算出部と、複数の画像間において1箇所の対応点の隔たりを算出し、その隔たりから平行移動量を求める平行移動量算出部とを有することを特徴とする。

【0018】通常、位置入力部からの対応点は、操作者

側で入力したものであるため、当然ながら多少の誤差を含む。そのため、画像間において全ての対応点を完全に重ねるような厳格な条件のもとでは、平行移動量や回転量を算出できないケースが予想される。しかしながら、請求項2に記載の発明では、1箇所の対応点とその他の箇所の対応点とを連結したベクトルを定め、まず、これらベクトル間の相対角度から回転量を求める。続いて、1箇所の対応点の隔たりから平行移動量を求める。

【0019】このような平行移動量および回転量は、次の条件のもとで算出された数値である。

（1）1箇所の対応点が少なくとも重なる。

（2）1箇所の対応点とその他の対応点とを結ぶベクトルの傾きが一致する。

このような緩やかな条件が設定されているため、対応点に多少の誤差が含まれていても平行移動量および回転量を必ず算出し、画像の接続処理を確実に実行することが可能となる。

【0020】（請求項3）請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の画像接続システムにおいて、移動量算出部は、各画像内において対応点の間隔を算出し、その間隔の比率から複数の画像間の縮尺関係を求める縮尺算出部を含み、画像配置部は、縮尺算出部において求めた縮尺関係に基づいて画像の拡大もしくは縮小を行い、共通座標空間上に配置する画像の縮尺関係を合わせることを特徴とする。

【0021】このような構成では、縮尺比の異なる複数の画像についても、的確な接続処理を施すことが可能となる。特に、本構成では、位置入力部から取得した対応点を流用して、画像間の縮尺関係を求めている。そのため、操作者側で縮尺比を逐一計算して入力するなどの面倒な手間が要らない。

【0022】（請求項4）請求項4に記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の画像接続システムにおいて、画像配置部は、共通座標空間上に各画像を配置するにあたって、位置入力部において得た対応点を通る線分で各画像の不要部分をカットすることを特徴とする。

【0023】ところで、画像接続によって生じる重複領域の処理については、重複する画素間で平均値や中間値（3つ以上の画像が重複するケース）を計算する処理と、画像（主として重複領域）を分断して一方を不要部分としてカットする処理とが考えられる。特に、後者の処理の場合には、重複領域を確実に分断するカットラインを適切に設定しなければならず、通常、複雑な演算や判定処理が必須となる。

【0024】しかしながら、請求項4に記載の発明では、カットラインとして、対応点を通る線分を単純に使用する。一般に、対応点は、画像間の重複領域内に位置することが保証されている。そのため、対応点を通る線分は、重複領域を必ず分断するものであり、カットライ

ンとしておおよそ適切な設定である。したがって、複雑な演算や判定処理をさほど経ることなく、極めて簡易にカットラインを設定し、各画像の不要部分をカットすることが可能となる。

【0025】また、操作者側では、与える対応点の位置によって、カットラインの設定をある程度コントロールすることが可能となる。したがって、操作者側の意図をカットラインの設定に反映できる、優れたマンマシンインターフェースを実現することが可能となる。

【0026】なお、請求項4に記載される「線分」は、2箇所の対応点だけを通る線分に限定されるものではない。例えば、1箇所の対応点を通る適当な傾きの線分でもよいし、3箇所以上の対応点を通る線分でもよい。また、請求項4～6に記載される「線分」は、直線に限定されるものではない。折れ曲がり線や曲線（例えばベジェ曲線、多次曲線、双曲線など）でもよい。

【0027】（請求項5）請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の画像接続システムにおいて、画像配置部は、2箇所以上の対応点を通る複数通りの線分から、画像の接続方向との角度が直角に近い線分を選び出し、選んだ線分を用いて各画像の不要部分をカットすることを特徴とする。

【0028】上述の構成では、画像の接続方向となるべく直交する線分を選んで、カットラインに設定する。このようなカットラインの設定により、画像（主として重複領域）は、接続方向に分断され、その一方が不要部分としてカットされる。その結果、複数の画像の接続箇所は、適切な向きにカットされる。

（請求項6）請求項6に記載の発明は、請求項4に記載の画像接続システムにおいて、画像配置部は、2箇所以上の対応点を通る複数通りの線分から、カットされる不要部分の総面積が最も少ない線分を選び出し、選んだ線分を用いて各画像の不要部分をカットすることを特徴とする。

【0029】一般に、カットラインで重複領域のみを分断し、その一方を不要部分としてカットした場合、接続処理後の画像情報は一部分たりとも消滅することがない。しかしながら、カットラインで画像全体を分断し、その一方を不要部分としてカットした場合、重複領域以外の画像情報が不要部分としてカットされてしまうおそれがある。

【0030】そこで、上述の構成では、カットされる不要部分の総面積がなるべく少ない線分を選んで、カットラインとする。このようなカットラインの設定により、接続処理後の画像情報の消滅を低く抑えることが可能となる。

（請求項7）請求項7に記載の発明は、請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の画像接続システムにおいて、共通座標空間上に配置される複数の画像を、外部入力される画像表示角度に応じて回転処理し、接続済み

画像として格納する画像格納部と、画像格納部に格納された接続済み画像をスクロール方向に従って順次に表示し、複数の接続済み画像にまたがるスクロール表示を実行するスクロール表示部とを備える。

【0031】このような構成では、画像表示角度に合わせた画像の回転処理を画像接続中に完了するので、スクロール表示中における画像の回転処理を省くことが可能となる。したがって、スクロール表示の速度を一段と高速化することができる。（請求項8）請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の画像接続システムにおいて、画像格納部は、格納中の接続済み画像に関連付けて、動画情報、静止画情報、音声情報、コマンド情報または文字情報の少なくとも一つを含むオブジェクトが登録可能なオブジェクト指向データベースと、外部から与えられる画面上の位置指示に対応して、オブジェクト指向データベースからオブジェクトを選択し、選択したオブジェクトを画像表示のタイミングに合わせて実行するオブジェクト実行部とを含むことを特徴とする。

【0032】（請求項9）請求項9に記載の発明は、請求項7に記載の画像接続システムにおいて、画像格納部は、格納中の接続済み画像に関連付けて、動画情報、静止画情報、音声情報、コマンド情報または文字情報の少なくとも一つを含むオブジェクトが登録可能なオブジェクト指向データベースと、外部から与えられる画面上の位置指示に対応し、下記（1）、（2）の少なくとも一方を実行して、オブジェクト指向データベースを更新するオブジェクト更新部とを含むことを特徴とする。

【0033】（1）前記位置指示に対応する登録済みオブジェクトを前記オブジェクト指向データベースから選択し、選択した登録済みオブジェクトに対し編集、更新または削除のいずれか一つを実行する処理

（2）前記位置指示に対応付けて、前記オブジェクト指向データベースにオブジェクトを新規登録する処理

（請求項10）請求項10に記載の記録媒体は、コンピュータを、請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の位置入力部、移動量算出部、画像配置部として機能させるための画像接続プログラムを記録する。

【0034】このような画像接続プログラムをコンピュータ上で実行することにより、請求項1～6のいずれか1項に記載の画像接続システムを実現することができる。

（請求項11）請求項11に記載の記録媒体は、コンピュータを、請求項7ないし請求項9のいずれか1項に記載の位置入力部、移動量算出部、画像配置部、画像格納部、スクロール表示部として機能させるための画像接続プログラムを記録する。

【0035】このような画像接続プログラムをコンピュータ上で実行することにより、請求項7～9のいずれか1項に記載の画像接続システムを実現することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、図面に基いて本発明における実施の形態を説明する。

【0037】＜第1の実施形態＞第1の実施形態は、請求項1, 2, 3, 4, 5, 10に記載の発明に対応する実施形態である。

【0038】図1は、コンピュータ11を使用した画像接続システムの全体構成を示す図である。図1において、コンピュータ11の内部には、MPU（マイクロプロセッサ）12が設けられる。このMPU12には、キーボードやマウスなどからなる入力装置13、ハードディスク16、メモリ17、画像処理ボード18、並びにインターフェースボード20が接続される。この画像処理ボード18の画像出力端子には、モニタ19が接続される。一方、インターフェースボード20には、スキャナや電子カメラなどの画像入力機器21が接続される。

【0039】また一方、MPU12にはCD-ROMドライブ装置22が接続される。このCD-ROMドライブ装置22には、画像接続プログラム、並びにそのインストールプログラムを記録したCD-ROM23が挿入される。このCD-ROM23内のインストールプログラムにより、MPU12は、CD-ROM23内の画像接続プログラムを展開し、ハードディスク16に実行可能な状態で格納する。

【0040】（本発明と第1の実施形態との対応関係）以下、本発明の構成要件との対応関係について説明する。まず、請求項1に記載の発明と第1の実施形態との対応関係については、位置入力部は入力装置13とMPU12の「基画像と接続画像を表示して、対応点のマウス入力を取得する機能」とに対応し、移動量算出部はMPU12の「2箇所以上の対応点に基づいて接続画像の回転量および平行移動量を算出する機能」に対応し、画像配置部はMPU12の「回転量および平行移動量に応じて接続画像を座標変換し、メモリ17の同一アドレス空間上に基画像と接続画像とを配置する機能」に対応する。

【0041】また、請求項2に記載の発明と第1の実施形態との対応関係については、回転量算出部はMPU12の「2箇所の対応点を結んだベクトルの相対角度に基づいて回転量を算出する機能」に対応し、平行移動量算出部はMPU12の「1箇所の対応点の隔たりから平行移動量を算出する機能」に対応する。さらに、請求項3に記載の発明と第1の実施形態との対応関係については、縮尺算出部はMPU12の「2箇所の対応点の間隔比から基画像と接続画像との縮尺比を算出する機能」に対応し、画像配置部はMPU12の「接続画像を拡大縮小して基画像との縮尺比を合わせてから、メモリ17の同一アドレス空間上に基画像と接続画像とを配置する機能」に対応する。

【0042】また、請求項4に記載の発明と第1の実施

形態との対応関係については、画像配置部はMPU12の「対応点を通る線分で各画像の不要部分を除去した後に、メモリ17の同一アドレス空間上に基画像と接続画像とを配置する機能」に対応する。さらに、請求項5に記載の発明と第1の実施形態との対応関係については、画像配置部はMPU12の「対応点を通る線分の中で、接続方向となるべく直交する線分で、各画像の不要部分を除去する機能」に対応する。

【0043】また、請求項10に記載の発明と第1の実施形態との対応関係については、記録媒体がCD-ROM23に対応する。

（第1の実施形態の動作）以下、第1の実施形態の動作について説明する。図2は、第1の実施形態の動作を説明する流れ図である。

【0044】まず、コンピュータ11において画像接続プログラムが起動されると、MPU12は、ダイアログをモニタ画面上に作成する。図3は、このようなダイアログの表示例を示す図である。図3において、ダイアログ内には、2つのウィンドウが並べて配置される。これらのウィンドウには、画像入力機器21などから入力された基画像と接続画像とが、それぞれ表示される。このようなダイアログを表示した状態で、MPU12は、操作者によるマウス入力を待機する（図2S1）。

【0045】操作者は、ダイアログ上の2つの画像を照合して、両画像間で重複する対応点を少なくとも2箇所決定する。例えば、図3において表示される2つの画像は、地図の画像である。操作者は、これらの地図画像に共通する十字路を見つけ出し、十字路の交差部分の右上隅および右下隅をそれぞれ対応点A、Bに決定する。操作者は、このように決定した2つの画像の対応点A、Bに、マウスポインタを重ね、マウスクリックを実行する。

【0046】MPU12は、入力装置13を介して、これらマウスクリックの位置を順次に取り込み、下記の変数にそれぞれ格納する。

(1) 基画像上における対応点Aの相対座標(OLD#XA, OLD#YA)

(2) 接続画像上における対応点Aの相対座標(NEW#XA, NEW#YA)

(3) 基画像上における対応点Bの相対座標(OLD#XB, OLD#YB)

(4) 接続画像上における対応点Bの相対座標(NEW#XB, NEW#YB)

なお、これらの変数群を、拡張自在な配列構造やリスト構造にすることにより、操作者による3箇所以上の対応点入力を受け付けることも可能となる。

【0047】図4(a)は、このように入力された対応点A、Bを示す図である。MPU12は、2つの画像それぞれの座標系ごとに、対応点A、Bを結んだベクトルABの傾きOLD# γ 、NEW# γ を、次のように算出する。

$$\text{OLD}\# \gamma = \tan^{-1}[(\text{OLD}\# \text{YB} - \text{OLD}\# \text{YA}) / (\text{OLD}\# \text{XB} - \text{OLD}\# \text{XA})] + \pi \quad \cdots \text{〔式 1〕}$$

$$\text{NEW}\# \gamma = \tan^{-1}[(\text{NEW}\# \text{YB} - \text{NEW}\# \text{YA}) / (\text{NEW}\# \text{XB} - \text{NEW}\# \text{XA})] + \pi \quad \cdots \text{〔式 2〕}$$

MPU12は、このように求めた2つの傾きから、ベクトルABの相対角度($\text{OLD}\# \gamma - \text{NEW}\# \gamma$)を算出し、接続画像の回転量 $\text{NEW}\# \theta$ とする(図2S2)。

【0048】次に、MPU12は、基画像上の対応点Aと接続画像上の対応点Aとの隔たりから、対応点Aの平

$$S = \sqrt{[(\text{OLD}\# \text{YB} - \text{OLD}\# \text{YA})^2 + (\text{OLD}\# \text{XB} - \text{OLD}\# \text{XA})^2] / [(\text{NEW}\# \text{YB} - \text{NEW}\# \text{YA})^2 + (\text{NEW}\# \text{XB} - \text{NEW}\# \text{XA})^2]} \quad \cdots \text{〔式 3〕}$$

以上のような一連の計算により、接続画像を座標変換するために必要なパラメータが全て揃う。

【0050】ここで、MPU12は、対応点が3箇所以上か否かを判定する(図2S5)。対応点が2箇所の場合、これら2箇所の対応点からカットラインを設定するため、MPU12は、ステップS7に動作を移行する。一方、対応点が3箇所以上の場合、これらの対応点を通る線分が幾通りか考えられる。そこで、MPU12は、2箇所以上の対応点を通る線分を複数通り定め、その中で画像の接続方向になるべく直交する線分をカットラインとして選び出す(図2S6)。

【0051】このように選んだカットラインを使用して、MPU12は、画像間の重複領域を分断し、その一方を不要部分としてメモリ17上から除去する(図2S7)。図5は、このような不要部分のカット処理を具体的に説明するための図である。図5(a)では、操作者側から3箇所の対応点A～Cが位置入力されている。まず、MPU12は、これらの対応点A～Cの中から、2箇所の対応点を結んだ3通りの線分AB、BC、CAを定める。次に、MPU12は、これらの線分の中から、画像の接続方向(ここでは左右方向)になるべく直交する線分ABを選び出し、カットラインに設定する。

【0052】MPU12は、図5(b)に示すように、このカットラインを使用して各画像の重複領域を分断し、それぞれの相異なる方を不要部分としてメモリ17上から除去する。このような不要部分の除去により、図5(c)に示すように、接続後の画像情報を一部たりとも損なうことなく、画像の接続部分が適切に処理される。

【0053】続いて、MPU12は、接続画像の座標変換を順次実行する。まず、MPU12は、図4(b)に示すように、対応点Aを中心にして、接続画像を回転量 $\text{NEW}\# \theta$ だけ回転させる(図2S8)。続いて、MPU12は、図4(c)に示すように、対応点Aを中心にして、接続画像を縮尺比Sだけ縮小(拡大)する(図2S9)。

【0054】さらに、MPU12は、図4(d)に示すように、接続画像を平行移動量Pだけ平行移動し、基画像と接続画像とを、メモリ17の同一アドレス空間上に配置する(図2S10)。なお、これらのステップS8～S10の座標変換において、変換前後の画素位置が一对

行移動量P($\text{OLD}\# \text{XA} - \text{NEW}\# \text{XA}$, $\text{OLD}\# \text{YA} - \text{NEW}\# \text{YA}$)を算出する(図2S3)。

【0049】さらに、MPU12は、2つの画像におけるベクトルABの大きさの比から、縮尺比Sを、次のように算出する(図2S4)。

一に対応しない場合、画素の再標本化が実行される。また、このような画素の再標本化に伴う接続画像の劣化を軽減するために、座標変換に先だって接続画像のサイズを拡大しておいてもよい。

【0055】(第1の実施形態の効果など)以上のような一連の処理により、第1の実施形態では、2つの画像を正しい位置関係に接続することができる。特に、操作者は、複数の画像をモニタ画面上で照合することができるので、画像間で重複する対応点を簡単かつ迅速に見つけて、マウスなどの入力装置13を介して即座に入力することができる。

【0056】一方、画像接続システム側では、入力装置13から少なくとも2箇所の対応点を取得することにより、画像の平行移動量Pおよび回転量 $\text{NEW}\# \theta$ を算出することができる。したがって、回転角度の異なる画像についても確かな接続処理を施すことが可能となる。特に、このような接続処理の過程では、従来のような複雑な残差計算や特徴情報の抽出処理を行う必要がない。したがって、従来例に比べて、画像接続の処理時間を大幅に短縮することができる。また、従来のテンプレートマッチングや構造マッチングが適さない種類の画像についても、問題なく画像接続を行うことができる。

【0057】さらに、第1の実施形態では、「1箇所の対応点Aが少なくとも重なる」および「1箇所の対応点Aとその他の対応点Bとを結ぶベクトルの傾きが一致する」という緩やかな条件の元で、平行移動量Pおよび回転量 $\text{NEW}\# \theta$ を算出する。したがって、対応点A、Bの位置に多少の誤差が含まれていても、画像の接続処理を柔軟かつ確実に遂行することができる。

【0058】また、第1の実施形態では、対応点ABの間隔の比率に基づいて、画像間の縮尺比Sを算出する。したがって、縮尺比の異なる複数の画像についても、的確な接続処理を施すことが可能となる。特に、対応点の入力情報を流用して画像間の縮尺比を求めるので、操作者側で縮尺比を逐一計算して別途入力するなどの面倒な手間が一切要らない。

【0059】さらに、第1の実施形態では、対応点を通る線分をカットラインに使用するので、カットラインを適切に決定するための複雑な処理が不要となる。また、操作者側では、与える対応点の位置によって、カットラインの設定をある程度コントロールすることも可能とな

る。特に、第1の実施形態では、画像の接続方向となるべく直交する線分をカットラインに選ぶので、複数の画像の接続箇所を適切な向きにカットすることが可能となる。

【0060】なお、上述した第1の実施形態では、2つの画像を接続する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、3つ以上の画像のそれぞれについて、重複する対応点を少なくとも2箇所ずつ入力できるようにしてもよい。このような場合は、3つ以上の画像を一度に接続することが可能となる。また、上述した第1の実施形態では、2箇所の対応点を通る線分の中からカットラインを選択しているが、これに限定されるものではない。例えば、対応点を一つもしくは複数選んで、選んだ対応点を通る線分をカットラインとしてもよい。

【0061】さらに、上述した第1の実施形態では、左右方向に画像を接続する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図6に示すように、上下方向に画像を接続しても勿論よい。図6に示すケースでは、画像の接続方向（この場合は上下方向）になるべく直交する線分ABをカットラインに選ばばよい。

【0062】また、上述した第1の実施形態では、画像の接続方向を、上下、左右並びに斜めなどの大まかな方向として処理しているので、カットラインの選別処理を大幅に簡略化することができる。現実的にも、このような簡略な処理で十分な場合が多い。しかしながら、このような処理に限定される必要はない。例えば、平行移動量Pの傾きから接続方向を詳細に求めてもよい。また、平行移動量Pおよび回転量 $NEW\theta$ に基づいて、共通座標空間上で「基画像の中心点と接続画像の中心点とを連結した線分の傾き」を算出し、この傾きから接続方向を詳細に求めてもよい。

【0063】さらに、上述した第1の実施形態では、

- (1) 対応点Aを中心に回転
- (2) 対応点Aを中心に拡大縮小
- (3) 対応点Aの隔たり分だけ平行移動

の順番で接続画像の座標変換を実行している。しかしながら、これら(1)～(3)の座標変換を一度に行う変換式を作成して、一度に座標変換を済ませて勿論構わない。

【0064】特に、これらの(1)～(3)の座標変換に使用されるパラメータ(P, $NEW\theta$, S)は、2箇所の対応点からほぼ最短の効率的な計算手順で算出することが可能である。したがって、第1の実施形態では、座標変換の手順を(1)～(3)としたことにより、座標変換用のパラメータ計算を特に高速に実行することが可能となる。

【0065】しかしながら、座標変換の手順は、(1)～(3)のみに限定されるものではない。一般に、座標

変換の順番を変えたり、回転変換の中心をずらしたり、拡大縮小変換の中心をずらしたり、無効な座標変換を付加するなどにより、等価な座標変換を無限に得ることが可能である。したがって、これらの等価な座標変換のいずれかを使用しても勿論かまわない。

【0066】また、上述した第1の実施形態では、画像接続プログラムの記録媒体としてCD-ROM23を使用しているが、記録媒体の種類はこれに限定されるものではない。一般的に、記録媒体としては、機械読み取り可能な媒体であれば何でもかまわない。さらに、上述した第1の実施形態では、基画像と接続画像とを単純に並べて一緒に表示している。このような表示方式では、両画像を照合しやすく、対応点が迅速かつ簡易に見つかるという利点がある。しかしながら、この表示方式に限定されるものではない。例えば、基画像と接続画像とを順次に表示しても勿論かまわない。また、操作者側からの指示に応じて、基画像および接続画像を部分的に拡大表示してもよい。このような部分的な拡大表示によれば、対応点の入力精度をさらに高めることが可能となる。

【0067】次に、別の実施形態について説明する。

＜第2の実施形態＞第2の実施形態は、請求項1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11に記載の発明に対応した実施形態である。なお、第2の実施形態のシステム構成は、第1の実施形態(図1)と同一であるため、ここでの重複説明を省略する。

【0068】(本発明と第2の実施形態との対応関係)以下、本発明の構成要件との対応関係について説明する。まず、請求項1に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、位置入力部は入力装置13とMPU12の「基画像と接続画像を表示して、対応点のマウス入力を取得する機能」とに対応し、移動量算出部はMPU12の「2箇所以上の対応点に基づいて接続画像の回転量および平行移動量を算出する機能」に対応し、画像配置部はMPU12の「回転量および平行移動量に応じて接続画像を座標変換し、メモリ17の同一アドレス空間上に基画像と接続画像とを配置する機能」に対応する。

【0069】また、請求項2に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、回転量算出部はMPU12の「2箇所の対応点を結んだベクトルの相対角度に基づいて回転量を算出する機能」に対応し、平行移動量算出部はMPU12の「1箇所の対応点の隔たりから平行移動量を算出する機能」に対応する。さらに、請求項4に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、画像配置部はMPU12の「対応点を通る線分で各画像の不要部分を除去した後に、メモリ17の同一アドレス空間上に基画像と接続画像とを配置する機能」に対応する。

【0070】また、請求項6に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、画像配置部はMPU12

の「対応点を通る線分の中で、不要部分の総面積が最も少ない線分を用いて、各画像の不要部分を除去する機能」に対応する。さらに、請求項7に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、画像格納部はハードディスク16とMPU12の「画像表示角度に応じて回転処理した接続済み画像をハードディスク16に格納する機能」とに対応し、スクロール表示部はMPU12の「ハードディスク16上の複数の接続済み画像を順次切り換えながら、スクロール表示を実行する機能」に対応する。

【0071】また、請求項8に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、オブジェクト指向データベースはハードディスク16とMPU12の「接続済み画像およびオブジェクトを登録管理する機能」とに対応し、オブジェクト実行部はMPU12の「マウス入力に応じてオブジェクトを実行する機能」に対応する。

【0072】さらに、請求項9に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、オブジェクト指向データベースはハードディスク16とMPU12の「接続済み画像およびオブジェクトを登録管理する機能」とに対応し、オブジェクト更新部はMPU12の「マウス入力に応じてオブジェクトを更新する機能」に対応する。また、請求項11に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、記録媒体がCD-ROM23に対応する。

【0073】（第2の実施形態の動作）以下、第2の実施形態の動作について説明する。図7および図8は、第2の実施形態の動作を説明するための流れ図である。まず、操作者は、コンピュータ11において画像接続プログラムを起動し、スキャナなどから取り込んだ複数の画像の中から、基画像および接続画像を選択する（図7S

$$\text{OLD}\theta = \tan^{-1}[(\text{OLD}YB - \text{OLD}YA)/(\text{OLD}XB - \text{OLD}XA)] + \pi \quad \dots \text{【式4】}$$

$$\text{NEW}\theta = \tan^{-1}[(\text{NEW}YB - \text{NEW}YA)/(\text{NEW}XB - \text{NEW}XA)] + \pi \quad \dots \text{【式5】}$$

MPU12は、このように求めた2つの傾きから、ベクトルABの相対角度 $(\text{OLD}\theta - \text{NEW}\theta)$ を算出する。MPU12は、基画像の回転量 $\text{OLD}\theta$ を、この相対角度にオフセット加算して接続画像の回転量 $\text{NEW}\theta$ を求める（図7S3）。

【0078】

$$\text{NEW}\theta = \text{OLD}\theta - \text{NEW}\theta + \text{OLD}\theta \quad \dots \text{【式6】}$$

なお、基画像が、接続作業にあたって最初に選ばれた画像の場合、基画像の座標空間が共通座標空間となるた

$$\text{OLD}XA0 = \text{OLD}XA \cdot \cos(\text{OLD}\theta) - \text{OLD}YA \cdot \sin(\text{OLD}\theta) + \text{OLD}X0 \quad \dots \text{【式7】}$$

$$\text{OLD}YA0 = \text{OLD}XA \cdot \sin(\text{OLD}\theta) + \text{OLD}YA \cdot \cos(\text{OLD}\theta) + \text{OLD}Y0 \quad \dots \text{【式8】}$$

なお、上式中の $(\text{OLD}X0, \text{OLD}Y0)$ は、共通座標空間における基画像の左上点座標である。続いて、MPU12は、「共通座標空間における基画像上の対応点A」と「接続画像上の対応点A」との隔たりから、対応点Aの平行移動量 $P(\text{OLD}XA0 - \text{NEW}XA, \text{OLD}YA0 - \text{NEW}YA)$ を求める（図7S5）。

1)。

【0074】なお、ここでの基画像は、接続作業にあたって最初に選ばれる画像もしくは、既に接続作業が完了して共通座標空間上での配置が既知の画像である。一方、接続画像は、この基画像と一部分が重複する画像である。MPU12は、このように選択された2つの画像をモニタ画面と一緒に表示する。このような表示状態で、MPU12は、操作者によるマウス入力を待機する。

【0075】操作者は、モニタ画面上の2つの画像を照合して、両画像間で重複する対応点を少なくとも2箇所決定する。操作者は、このように決定した各画像の対応点に、マウスポインタを重ね、マウスクリックを実行する（図7S2）。MPU12は、入力装置13を介して、これらマウスクリックの位置を順次に取り込み、下記の変数にそれぞれ格納する。

【0076】（1）基画像上における対応点Aの相対座標 $(\text{OLD}XA, \text{OLD}YA)$

（2）接続画像上における対応点Aの相対座標 $(\text{NEW}XA, \text{NEW}YA)$

（3）基画像上における対応点Bの相対座標 $(\text{OLD}XB, \text{OLD}YB)$

（4）接続画像上における対応点Bの相対座標 $(\text{NEW}XB, \text{NEW}YB)$

なお、これらの変数群を、拡張自在な配列構造やリスト構造にすることにより、操作者による3箇所以上の対応点入力を受け付けることも可能となる。

【0077】図9（a）は、このように入力された対応点A、Bを示す図である。MPU12は、2つの画像の座標系ごとに、対応点A、Bを結んだベクトルABの傾き $\text{OLD}\theta, \text{NEW}\theta$ を、次のように算出する。

め、上式中の回転量 $\text{OLD}\theta$ はゼロに設定される。この時点において、図9（b）に示すように、共通座標空間における基画像の配置は、既に決定している。そこで、MPU12は、基画像を共通座標空間に写すための座標変換を、基画像上で入力された対応点Aの相対座標 $(\text{OLD}XA, \text{OLD}YA)$ に施す。その結果、下式に示すように、共通座標空間における対応点Aの絶対座標 $(\text{OLD}XA0, \text{OLD}YA0)$ が決定する（図7S4）。

【0079】

【0080】以上のように求めた、対応点Aの平行移動量 P と回転量 $\text{NEW}\theta$ を使用して、接続画像を共通座標空間上に座標変換することが可能となる。しかしながら、メモリ17上の接続画像は、対応点Aを原点にせず、左上点を原点にした状態で格納されている。そこで、接続画像を座標変換する際の計算効率をさらに高めるため、

下記の手順で「対応点Aの平行移動量P」を「左上点の平行移動量Q」に換算する。

【0081】まず、MPU12は、接続画像の左上点を平行移動量Pを用いて平行移動し、続いて、共通座標空

$$\text{NEW}\#X0 = -\text{NEW}\#XA \cdot \cos(\text{NEW}\#\theta) + \text{NEW}\#YA \cdot \sin(\text{NEW}\#\theta) + \text{OLD}\#XA0 \quad \dots \text{【式9】}$$

$$\text{NEW}\#Y0 = -\text{NEW}\#XA \cdot \sin(\text{NEW}\#\theta) - \text{NEW}\#YA \cdot \cos(\text{NEW}\#\theta) + \text{OLD}\#YA0 \quad \dots \text{【式10】}$$

図9(c)は、このように決定された左上点の絶対座標(NEW#X0, NEW#Y0)を示す図である。

【0082】以上の計算により、左上点の平行移動量Qは(NEW#X0, NEW#Y0)に決定する(図7S6)。ここで、MPU12は、上記のように求めた「左上点の平行移動量Q」および「回転量NEW#θ」を、接続画像に関連付けて記憶する(図7S7)。続いて、MPU12は、2箇所以上の対応点を通る線分を複数通り定め、これら線分ごとに、カットされる不要部分の総面積を計算する。このような計算の結果から、MPU12は、不要部分の総面積が最も少ない線分をカットラインに選択する(図7S8)。

【0083】図10は、このようなカットラインの選択を具体的に説明する図である。図10(a)～(c)に、線分AB, BC, CAでそれぞれカットされる不要部分(図中の白丸で埋まった領域)を示す。この場合、不要部分の総面積が最も少ないのは、線分ABで不要部分をカットした図10(a)のケースである。したがっ

$$\text{NEW}\#X0' = \text{NEW}\#X0 \cdot \cos(\alpha) - \text{NEW}\#Y0 \cdot \sin(\alpha) \quad \dots \text{【式11】}$$

$$\text{NEW}\#Y0' = \text{NEW}\#X0 \cdot \sin(\alpha) + \text{NEW}\#Y0 \cdot \cos(\alpha) \quad \dots \text{【式12】}$$

$$\text{NEW}\#\theta' = \text{NEW}\#\theta + \alpha \quad \dots \text{【式13】}$$

ここで、MPU12は、各画像の座標変換パラメータ[NEW#θ', Q']を使用して、各画像に次のような座標変換を施す。

【0087】(1)まず、各画像を、左上点を中心に回転量NEW#θ'だけ回転変換する。

(2)回転変換された各画像を、平行移動量Q'だけ平行移動する。

これらの座標変換により、各画像はメモリ17の同一アドレス空間(共通座標空間)上に再配置され、接続済み画像となる(図7S13)。

【0088】なお、このような座標変換の過程において、変換前後の画素位置が一对一に対応しない場合には、画素の再標本化が適宜に実行される。MPU12は、このように作成された接続済み画像を、メモリ17上からハードディスク16上に転送し、オブジェクト指向データベースに格納する(図7S14)。このとき、オブジェクト指向データベース内の接続済み画像の管理テーブルには、今回の接続処理に使用した個々の画像ファイル名と、各画像ファイルの接続情報(例えば、接続処理後の各画像の4隅座標など)とが記憶される。

【0089】ここで、MPU12は、モニタ画面上にダイアログを表示して、接続処理が一通り完了したことを操作者側に伝え、操作者側からの新たな指示を待つ。も

間上の対応点Aを中心に回転量NEW#θだけ回転する。その結果、下式に示すように、共通座標空間における接続画像の左上点の絶対座標(NEW#X0, NEW#Y0)が決定する。

て、線分A・Bがカットラインに選択される。

【0084】このように選択したカットラインを境界にして、基画像および接続画像の不要部分をカット(メモリ17から消去)する(図7S9)。ここで、MPU12は、モニタ画面上にダイアログを表示して、接続作業の経過を操作者側に伝え、操作者側からの指示を待つ。もしも、接続すべき画像が他にある場合(図7S10のYES側)、MPU12は、ステップS1に動作を戻して、接続作業を新たに繰り返す。

【0085】一方、接続すべき画像が他にない場合(図7S10のNO側)、MPU12は、操作者側から画像表示角度αを取得する(図7S11)。MPU12は、この画像表示角度αの分だけ、図11に示すように、各画像の平行移動量Qおよび回転量NEW#θを変換する。その結果、下式に示すように、画像表示角度αを考慮した各画像の平行移動量Q'(NEW#X0', NEW#Y0')および回転量NEW#θ'がそれぞれ決定する(図7S12)。

【0086】

しも、別の画像群について接続処理を行う場合(図7S15のYES側)、MPU12は、座標変換パラメータなどを初期化した後、ステップS1に動作を戻す(図7S16)。

【0090】一方、接続処理がひとまず完了している場合(図7S15のNO側)、MPU12は、次の手順で、接続済み画像の表示動作に移行する。まず、MPU12は、ハードディスク16のオブジェクト指向データベースから、接続済み画像の一部範囲を読み出し、画像処理ボード18に転送する。画像処理ボード18は、この転送分を内部の画像バッファに格納し、モニタ画面上に初期表示する(図8S17)。

【0091】ここで、MPU12は、操作者からの入力メッセージを待つため、待機状態に入る。ここで、MPU12が解釈実行する入力メッセージは、例えば、「スクロール指示」、「オブジェクト操作のためのマウスクリック」、「ウインドウの終了指示」などである。以下、これらについて順番に説明する。

(スクロール指示に対する動作)待機状態中に、スクロール指示のメッセージが入力すると(図8S18のYES側)、MPU12は、モニタ画面上の接続済み画像が指示方向にスクロール可能か否かを判定する(図8S19)。

【0092】もしも、指示方向の画像の端付近がモニタ画面上に表示されていた場合（図8S19のNO側）、MPU12はスクロールが不可能と判定する。この場合、オブジェクト指向データベース内の接続済み画像の管理テーブルを検索し、現在表示中の画像部分を共有する別の接続済み画像があるか否かを判定する（図8S20a）。もしも、別の接続済み画像がない場合、MPU12は、スクロール動作を断念して待機状態に戻る。一方、別の接続済み画像があった場合、MPU12は、別の接続済み画像に表示を切り換えて、スクロール動作の継続を図る（図8S20）。

【0093】ところで、ステップS19においてスクロールが可能であると判断された場合、MPU12は画像処理ボード18に対してスクロール命令を与える。画像処理ボード18では、スクロール命令に応じて、画像バッファ上の表示範囲をずらし、モニタ画面上のスクロール移動を実現する（図8S21）。このとき、画像処理ボード18においてスクロール移動後の描画が完成しない場合、画像処理ボード18側からMPU12へ「無効矩形の発生」を知らせるメッセージが伝達される。MPU12は、無効矩形分の画像データを画像処理ボード18に転送し、無効矩形の解消を図る。

【0094】以上のような動作（図8のステップS18～S21）により、複数の接続済み画像にまたがるスクロール表示が実現する。

（マウスクリックに対する動作）待機状態中に、表示画像上でマウスクリックが実行されると（図8S22のYES側）、MPU12は、オブジェクト指向データベース内の登録テーブルを検索し、表示中の接続済み画像のクリック箇所に対して、オブジェクトが既に登録されているか否かを判定する（図8S23）。

【0095】もしも、クリック箇所にオブジェクトが登録されていない場合（図8S23のNO側）、MPU12は、オブジェクト新規登録用のダイアログを表示する。操作者は、このダイアログ上で、オブジェクトとして新規登録するファイル（動画ファイル、静止画ファイル、音声ファイル、実行ファイル、文字ファイルなど）を選択する。MPU12は、選択されたファイルを、表示中の接続済み画像のクリック箇所に関連付けて、オブジェクト指向データベース内の登録テーブルに新規登録する（図8S24）。

【0096】一方、クリック箇所にオブジェクトが既に登録されていた場合（図8S23のYES側）、MPU12は、画像接続プログラムの現在の動作モードが、オブジェクト実行モードか否かを判定する（図8S25）。もしも、オブジェクト実行モードの場合（図8S25のYES側）、MPU12は、登録済みオブジェクトを実行するための子スレッドを生成する。この子スレッドは、親スレッド側のスクロール動作（図8のステップS18～S21）にタイミングを合わせて、登録済みオ

ブジェクトを実行する（図8S26）。

【0097】一方、オブジェクト編集モードの場合（図8S25のNO側）、MPU12は、オブジェクト編集用のダイアログを表示し、操作者からのオブジェクトの編集指示（例えば、編集、更新、削除など）を受け付ける（図8S27）。以上のような動作（図8のステップS22～S27）により、接続済み画像に関連付けられたオブジェクトの操作が可能となる。

【0098】（ウインドウの終了指示）待機状態中にウインドウの終了メッセージを受け取ると（図8S28のYES側）、MPU12は、画像接続プログラムに関連する各ウインドウの削除と資源の解放処理とを順次に行う（図8S29）。このような後処理を終えた後、MPU12は、メッセージの待機状態を抜け出して、画像接続プログラムを終了する。

【0099】（第2の実施形態の効果など）以上説明した動作により、第2の実施形態では、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。その上さらに、第2の実施形態では、カットされる不要部分の総面積がなるべく少ない線分を選んで、カットラインとしている。したがって、接続処理後の画像情報の消滅をなるべく少なくすることが可能となる。

【0100】また、第2の実施形態では、画像の接続処理中に、画像表示角度に合わせた回転処理を実行する。したがって、スクロール表示中には、画像の回転処理を行う必要がなくなり、スクロール表示の速度を一段と高速化することができる。さらに、第2の実施形態では、マウスクリックにより登録済みオブジェクトを実行できるので、多様な情報提示に優れた画像接続システムが実現する。

【0101】また、第2の実施形態では、マウスクリックにより、オブジェクトを更新もしくは新規登録も行うことができるので、フレキシブルなオブジェクト操作に優れた画像接続システムが実現する。特に、第2の実施形態では、接続画像の座標変換を最短手順で実行可能な、座標変換パラメータ[NEW θ' , Q']を使用する。したがって、接続画像を座標変換する際の計算効率を一段と高めることが可能となる。

【0102】

【発明の効果】（請求項1）請求項1に記載の発明では、複数の画像を照合しながら対応点を画面上で入力することにより、複数の画像間の位置関係を単純明快に入力することが可能となる。したがって、画像間の位置関係を入力するために、画像の座標位置や傾きなどの細かい数値を逐一計算して入力するなどの面倒な手間がなく、優れたマンマシンインターフェースを実現することができる。

【0103】一方、移動量算出部では、少なくとも2箇所の対応点に着目すればよく、少ない演算量で画像の平行移動量および回転量を算出することができる。また、

画像配置部は、これらの平行移動量および回転量を用いて画像の座標変換を実行するので、回転角度の異なる画像に対しても、適切な接続処理を施すことが可能となる。

【0104】特に、従来例と比べて、複雑な残差計算や特徴情報の抽出処理を行う必要が特にない。したがって、画像接続の処理時間を大幅に短縮することが可能となる（ただし、接続処理の補正などのため、従来のアルゴリズムを併用しても勿論かまわない）。さらに、従来のテンプレートマッチングや構造マッチングが適さない種類の画像（a）～（d）についても、さほど問題なく画像接続を行うことが可能となる。

【0105】（a）画像の階調変化が少ない、もしくは緩やかであるといった画像

（b）画像の階調変化が極端に多い、もしくは周期性があるといった画像

（c）画像の重複面積が狭く、マッチングのための情報量が不足している画像

（d）低解像度のデジタル画像

【0106】（請求項2）請求項2に記載の発明では、「1箇所の対応点が少なくとも重なる」および「1箇所の対応点とその他の対応点とを結ぶベクトルの傾きが一致する」という緩やかな条件の元で、平行移動量および回転量を算出する。したがって、対応点に多少の誤差が含まれていても、画像の接続処理を柔軟かつ確実に実行することができる。

【0107】（請求項3）請求項3に記載の発明では、縮尺比の異なる複数の画像についても、的確な接続処理を施すことが可能となる。特に、位置入力部から取得した対応点を流用して画像間の縮尺関係を求めるので、操作者側で縮尺比を逐一計算して別途入力するなどの面倒な手間が要らない。

【0108】（請求項4）請求項4に記載の発明では、対応点を通る線分をカットラインに使用するので、カットラインを適切に決定するための複雑な処理が不要となる。また、操作者側では、与える対応点の位置によって、カットラインの設定をある程度コントロールすることも可能となる。

【0109】（請求項5）請求項5に記載の発明では、画像の接続方向となるべく直交する線分をカットラインに選ぶので、複数の画像の接続箇所を適切な向きにカットすることができる。

【0110】（請求項6）請求項6に記載の発明では、カットされる不要部分の総面積がなるべく少ない線分を選んで、カットラインとする。このようなカットラインの設定により、接続処理後の画像情報の消滅を低く抑えることが可能となる。

【0111】（請求項7）請求項7に記載の発明では、画像表示角度に合わせた画像の回転処理を画像接続中に完了するので、スクロール表示中における画像の回転処

理を省くことが可能となる。したがって、スクロール表示の速度を一段と高速化することができる。

【0112】（請求項8）請求項8に記載の発明では、外部からの位置指示に応じて、オブジェクト指向データベースの登録済みオブジェクトを選択実行するので、多様な情報提示に優れた画像接続システムが実現する。

【0113】（請求項9）請求項9に記載の発明では、外部からの位置指示に応じて、オブジェクト指向データベースに、オブジェクトを更新もしくは新規登録するので、フレキシブルな情報操作に優れた画像接続システムが実現する。

【0114】（請求項10）請求項10に記載の記録媒体を使用することにより、コンピュータ上で、請求項1～6のいずれか1項に記載の画像接続システムを実現することができる。

【0115】（請求項11）請求項11に記載の記録媒体を使用することにより、コンピュータ上で、請求項7～9のいずれか1項に記載の画像接続システムを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】画像接続システムの全体構成を示す図である。

【図2】第1の実施形態の動作を説明する流れ図である。

【図3】基画像および接続画像の表示例を示す図である。

【図4】画像の接続処理を説明するための図である。

【図5】不要部分のカット処理を説明するための図である。

【図6】上下方向に画像を接続する場合を説明する図である。

【図7】第2の実施形態の動作を説明する流れ図（1／2）である。

【図8】第2の実施形態の動作を説明する流れ図（2／2）である。

【図9】画像の接続処理を説明するための図である。

【図10】カットラインの選択を説明するための図である。

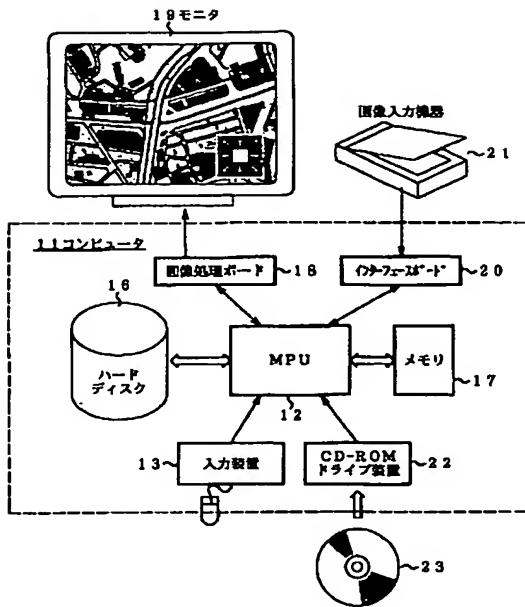
【図11】画像表示角度 α による座標変換を説明する図である。

【符号の説明】

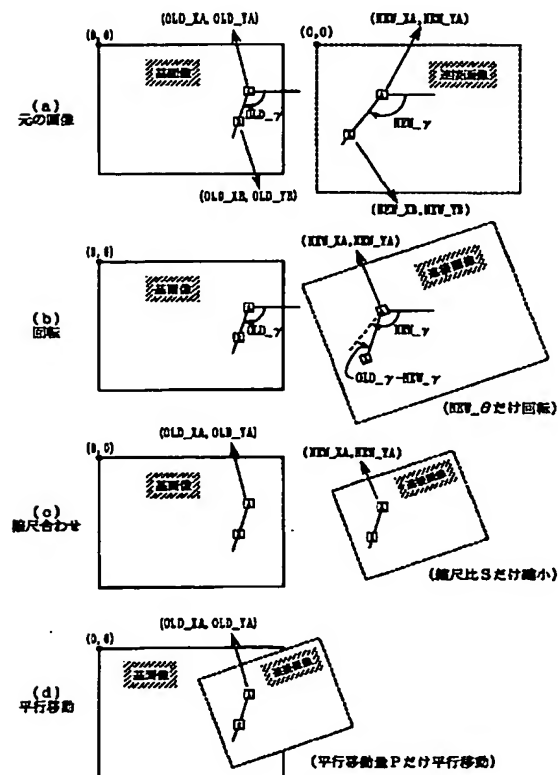
- 11 コンピュータ
- 12 MPU
- 13 入力装置
- 16 ハードディスク
- 17 メモリ
- 18 画像処理ボード
- 19 モニタ
- 20 インターフェースボード
- 21 画像入力機器
- 22 CD-ROMドライブ装置

2.3 CD-ROM

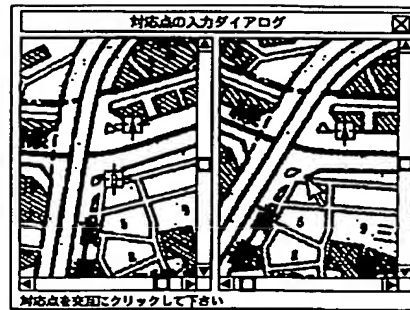
【図1】



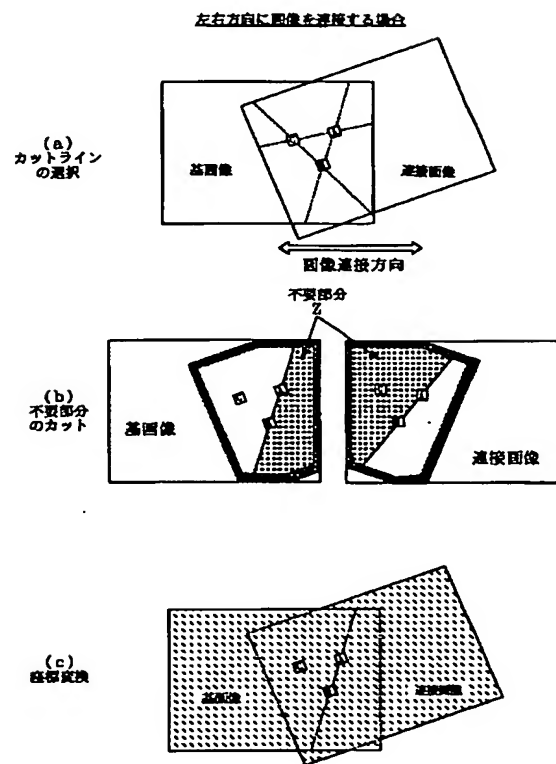
【図4】



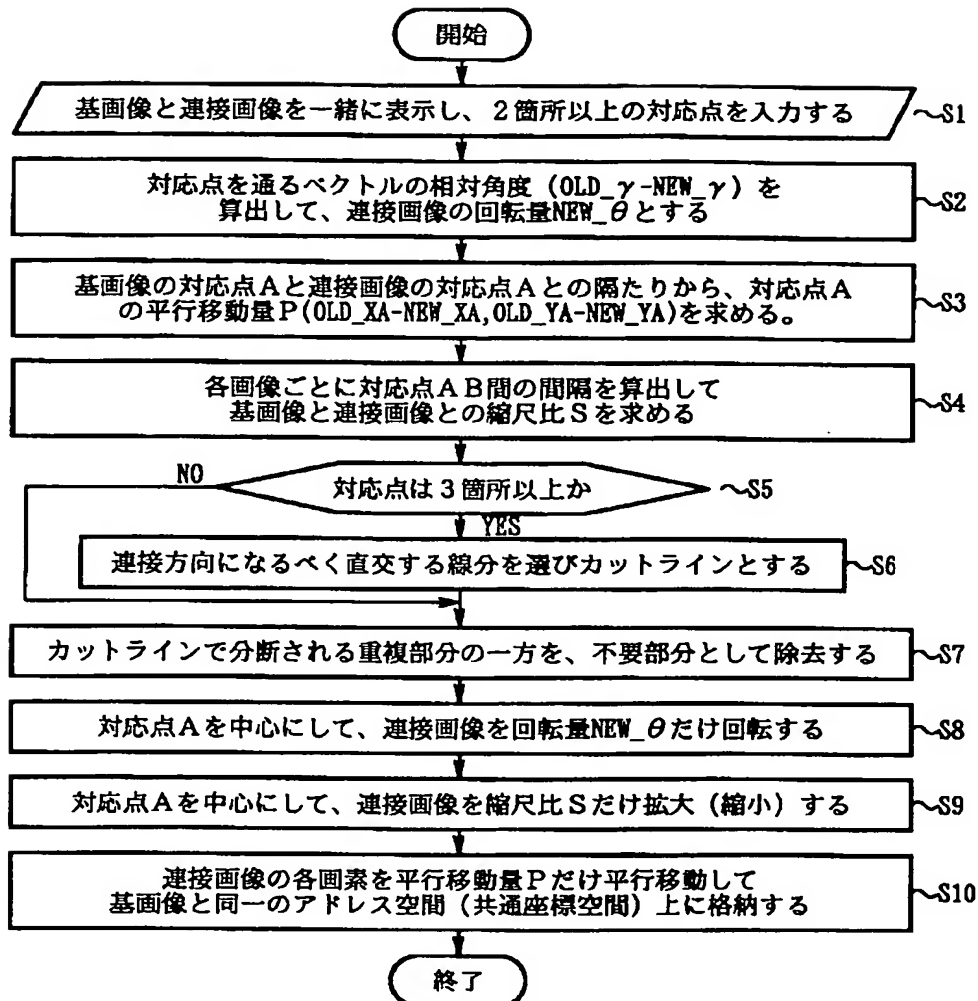
【図3】



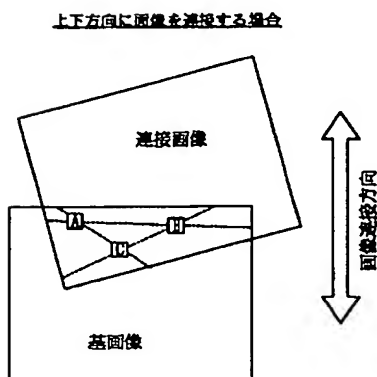
【図5】



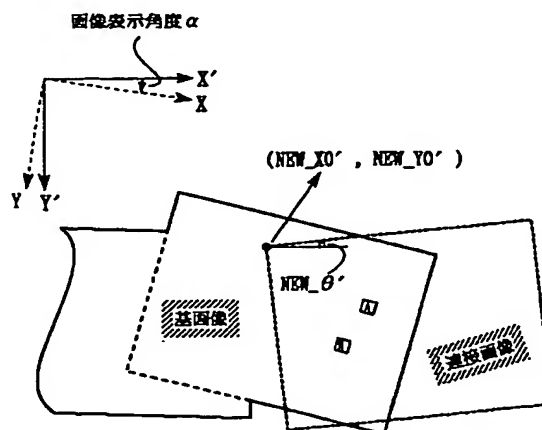
【図2】



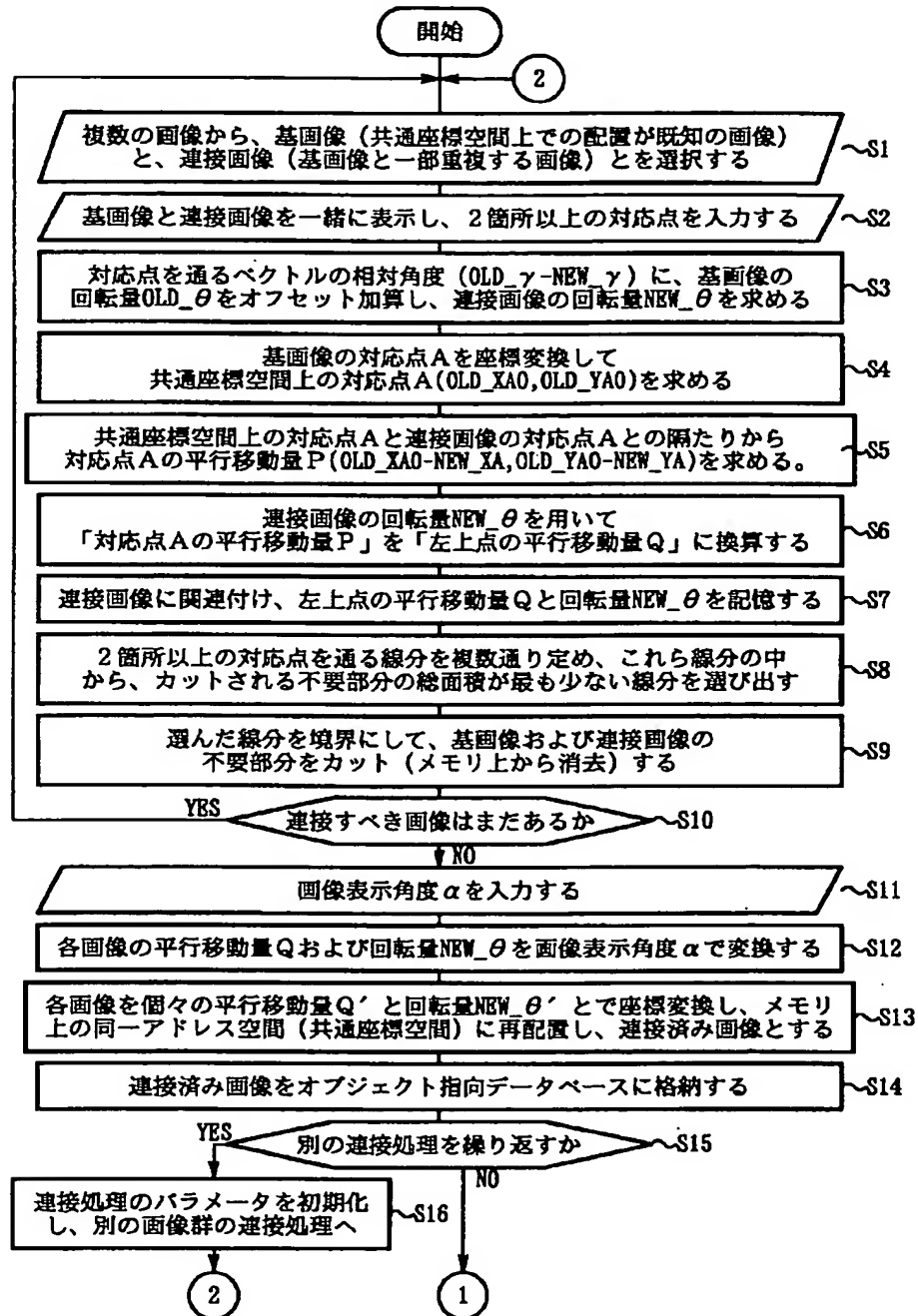
【図6】



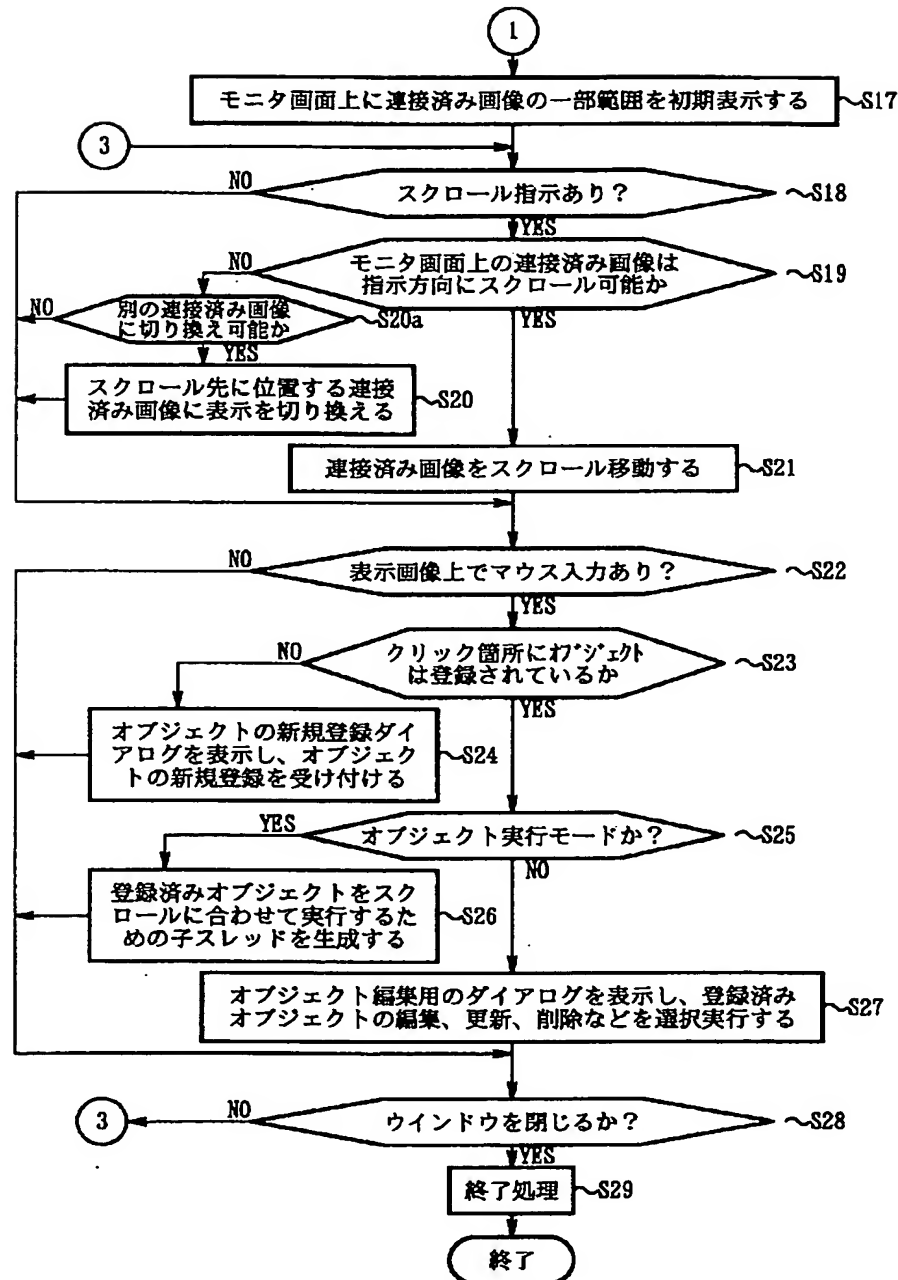
【図11】



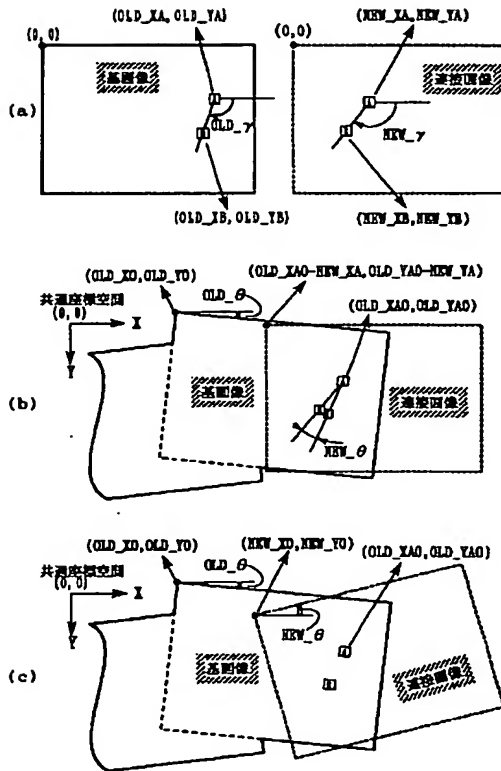
【図7】



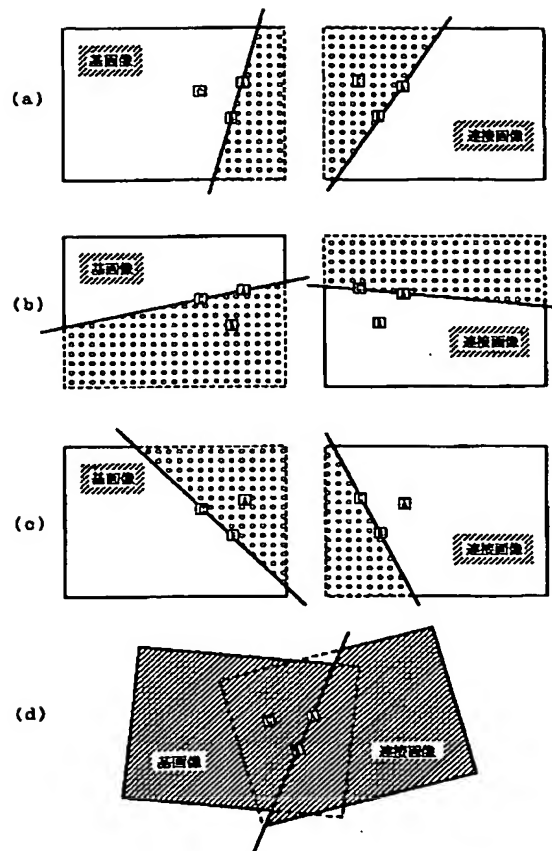
【図8】



【図 9】



【図 10】



【手続補正書】

【提出日】平成10年10月7日（1998. 10. 7）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正内容】

【0046】MPU12は、入力装置13を介して、これらマウスクリックの位置を順次に取り込み、下記の変数にそれぞれ格納する。

（1）基画像上における対応点Aの相対座標(OLD_XA, OLD_YA)

（2）接続画像上における対応点Aの相対座標(NEW_XA, NEW_YA)

（3）基画像上における対応点Bの相対座標(OLD_XB, OLD_YB)

$$OLD_r = \tan^{-1}[(OLD_YB - OLD_YA) / (OLD_XB - OLD_XA)] + \pi \quad \cdots \text{【式 1】}$$

$$NEW_r = \tan^{-1}[(NEW_YB - NEW_YA) / (NEW_XB - NEW_XA)] + \pi \quad \cdots \text{【式 2】}$$

MPU12は、このように求めた2つの傾きから、ベクトルABの相対角度(OLD_r - NEW_r)を算出し、接続

D_YB)

（4）接続画像上における対応点Bの相対座標(NEW_XB, NEW_YB)

なお、これらの変数群を、拡張自在な配列構造やリスト構造にすることにより、操作者による3箇所以上の対応点入力を受け付けることも可能となる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正内容】

【0047】図4(a)は、このように入力された対応点A, Bを示す図である。MPU12は、2つの画像それぞれの座標系ごとに、対応点A, Bを結んだベクトルABの傾きOLD_r, NEW_rを、次のように算出する。

画像の回転量NEW_θとする(図2S2)。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0048
 【補正方法】変更
 【補正内容】

【0048】次に、MPU12は、基画像上の対応点Aと接続画像上の対応点Aとの隔たりから、対応点Aの平行移動量P (OLD_XA-NEW_XA, OLD_YA-NEW_YA) を算出する(図2S3)。

$$S = \sqrt{[(OLD_YB-OLD_YA)^2 + (OLD_XB-OLD_XA)^2] / [(NEW_YB-NEW_YA)^2 + (NEW_XB-NEW_XA)^2]} \quad \dots \text{【式3】}$$

以上のような一連の計算により、接続画像を座標変換するために必要なパラメータが全て揃う。

【手続補正5】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0053
 【補正方法】変更
 【補正内容】

【0053】続いて、MPU12は、接続画像の座標変換を順次実行する。まず、MPU12は、図4(b)に示すように、対応点Aを中心にして、接続画像を回転量NEW_θだけ回転させる(図2S8)。続いて、MPU12は、図4(c)に示すように、対応点Aを中心にして、接続画像を縮尺比Sだけ縮小(拡大)する(図2S9)。

【手続補正6】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0056
 【補正方法】変更
 【補正内容】

【0056】一方、画像接続システム側では、入力装置13から少なくとも2箇所の対応点を取得することにより、画像の平行移動量Pおよび回転量NEW_θを算出することができる。したがって、回転角度の異なる画像についても的確な接続処理を施すことが可能となる。特に、このような接続処理の過程では、従来のような複雑な残差計算や特徴情報の抽出処理を行う必要がない。したがって、従来例に比べて、画像接続の処理時間を大幅に短縮することができる。また、従来のテンプレートマッチングや構造マッチングが適さない種類の画像についても、問題なく画像接続を行うことができる。

【手続補正7】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0057
 【補正方法】変更
 【補正内容】

【0057】さらに、第1の実施形態では、「1箇所の対応点Aが少なくとも重なる」および「1箇所の対応点Aとその他の対応点Bとを結ぶベクトルの傾きが一致する」という緩やかな条件の元で、平行移動量Pおよび回転量NEW_θを算出する。したがって、対応点A、Bの位

【手続補正4】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0049
 【補正方法】変更
 【補正内容】
 【0049】さらに、MPU12は、2つの画像におけるベクトルABの大きさの比から、縮尺比Sを、次のように算出する(図2S4)。

置に多少の誤差が含まれていても、画像の接続処理を柔軟かつ確実に遂行することができる。

【手続補正8】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0062
 【補正方法】変更
 【補正内容】

【0062】また、上述した第1の実施形態では、画像の接続方向を、上下、左右並びに斜めなどの大まかな方向として処理しているので、カットラインの選別処理を大幅に簡略化することができる。現実的にも、このような簡略な処理で十分な場合が多い。しかしながら、このような処理に限定される必要はない。例えば、平行移動量Pの傾きから接続方向を詳細に求めてもよい。また、平行移動量Pおよび回転量NEW_θに基づいて、共通座標空間上で「基画像の中心点と接続画像の中心点とを連結した線分の傾き」を算出し、この傾きから接続方向を詳細に求めてもよい。

【手続補正9】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0064
 【補正方法】変更
 【補正内容】

【0064】特に、これらの(1)～(3)の座標変換に使用されるパラメータ(P, NEW_θ, S)は、2箇所の対応点からほぼ最短の効率的な計算手順で算出することが可能である。したがって、第1の実施形態では、座標変換の手順を(1)～(3)としたことにより、座標変換用のパラメータ計算を特に高速に実行することが可能となる。

【手続補正10】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0076
 【補正方法】変更
 【補正内容】

【0076】(1) 基画像上における対応点Aの相対座標(OLD_XA, OLD_YA)
 (2) 接続画像上における対応点Aの相対座標(NEW_XA, NEW_YA)
 (3) 基画像上における対応点Bの相対座標(OLD_XB, OL

D_YB)

(4) 接続画像上における対応点Bの相対座標(NEW_XB, NEW_YB)

なお、これらの変数群を、拡張自在な配列構造やリスト構造にすることにより、操作者による3箇所以上の対応点入力を受け付けることも可能となる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

$$\text{OLD}_\gamma = \tan^{-1}[(\text{OLD_YB} - \text{OLD_YA}) / (\text{OLD_XB} - \text{OLD_XA})] + \pi \quad \dots \text{【式4】}$$

$$\text{NEW}_\gamma = \tan^{-1}[(\text{NEW_YB} - \text{NEW_YA}) / (\text{NEW_XB} - \text{NEW_XA})] + \pi \quad \dots \text{【式5】}$$

MPU12は、このように求めた2つの傾きから、ベクトルABの相対角度($\text{OLD}_\gamma - \text{NEW}_\gamma$)を算出する。MPU12は、基画像の回転量 OLD_θ を、この相対角度にオフセット加算して接続画像の回転量 NEW_θ を求める(図7S3)。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0078

【補正方法】変更

【補正内容】

【0078】

$$\text{NEW}_\theta = \text{OLD}_\gamma - \text{NEW}_\gamma + \text{OLD}_\theta \quad \dots \text{【式6】}$$

なお、基画像が、接続作業にあたって最初に選ばれた画像の場合、基画像の座標空間が共通座標空間となるた

$$\text{OLD_XA0} = \text{OLD_XA} \cdot \cos(\text{OLD}_\theta) - \text{OLD_YA} \cdot \sin(\text{OLD}_\theta) + \text{OLD_X0} \quad \dots \text{【式7】}$$

$$\text{OLD_YA0} = \text{OLD_XA} \cdot \sin(\text{OLD}_\theta) + \text{OLD_YA} \cdot \cos(\text{OLD}_\theta) + \text{OLD_Y0} \quad \dots \text{【式8】}$$

なお、上式中の(OLD_X0, OLD_Y0)は、共通座標空間における基画像の左上点座標である。続いて、MPU12は、「共通座標空間における基画像上の対応点A」と「接続画像上の対応点A」との隔たりから、対応点Aの平行移動量P(OLD_XA0-NEW_XA, OLD_YA0-NEW_YA)を求める(図7S5)。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0080

【補正方法】変更

【補正内容】

【0080】以上のように求めた、対応点Aの平行移動量Pと回転量 NEW_θ を使用して、接続画像を共通座標空間上に座標変換することが可能となる。しかしながら、メモリ17上の接続画像は、対応点Aを原点にせず、左

$$\text{NEW_X0} = -\text{NEW_XA} \cdot \cos(\text{NEW}_\theta) + \text{NEW_YA} \cdot \sin(\text{NEW}_\theta) + \text{OLD_XA0} \quad \dots \text{【式9】}$$

$$\text{NEW_Y0} = -\text{NEW_XA} \cdot \sin(\text{NEW}_\theta) - \text{NEW_YA} \cdot \cos(\text{NEW}_\theta) + \text{OLD_YA0} \quad \dots \text{【式10】}$$

図9(c)は、このように決定された左上点の絶対座標(NEW_X0, NEW_Y0)を示す図である。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0082

【補正方法】変更

【補正内容】

【補正対象項目名】0077

【補正方法】変更

【補正内容】

【0077】図9(a)は、このように入力された対応点A, Bを示す図である。MPU12は、2つの画像の座標系ごとに、対応点A, Bを結んだベクトルABの傾き OLD_γ , NEW_γ を、次のように算出する。

め、上式中の回転量 OLD_θ はゼロに設定される。この時点において、図9(b)に示すように、共通座標空間における基画像の配置は、既に決定している。そこで、MPU12は、基画像を共通座標空間に写すための座標変換を、基画像上で入力された対応点Aの相対座標(OLD_XA, OLD_YA)に施す。その結果、下式に示すように、共通座標空間における対応点Aの絶対座標(OLD_XA0, OLD_YA0)が決定する(図7S4)。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0079

【補正方法】変更

【補正内容】

【0079】

上点を原点にした状態で格納されている。そこで、接続画像を座標変換する際の計算効率をさらに高めるため、下記の手順で「対応点Aの平行移動量P」を「左上点の平行移動量Q」に換算する。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0081

【補正方法】変更

【補正内容】

【0081】まず、MPU12は、接続画像の左上点を平行移動量Pを用いて平行移動し、続いて、共通座標空間上の対応点Aを中心に回転量 NEW_θ だけ回転する。その結果、下式に示すように、共通座標空間における接続画像の左上点の絶対座標(NEW_X0, NEW_Y0)が決定する。

【0082】以上の計算により、左上点の平行移動量Qは(NEW_X0, NEW_Y0)に決定する(図7S6)。ここで、MPU12は、上記のように求めた「左上点の平行移動量Q」および「回転量 NEW_θ 」を、接続画像に関連付けて記憶する(図7S7)。続いて、MPU12は、2箇所以上の対応点を通る線分を複数通り定め、これら線分ごとに、カットされる不要部分の総面積を計算す

る。このような計算の結果から、MPU12は、不要部分の総面積が最も少ない線分をカットラインに選択する(図7S8)。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0085

【補正方法】変更

【補正内容】

【0085】一方、接続すべき画像が他にない場合(図7S10のNO側)、MPU12は、操作者側から画像表示角度 α を取得する(図7S11)。MPU12は、

$$NEW_X0' = NEW_X0 \cdot \cos(\alpha) - NEW_Y0 \cdot \sin(\alpha) \quad \dots \text{【式11】}$$

$$NEW_Y0' = NEW_X0 \cdot \sin(\alpha) + NEW_Y0 \cdot \cos(\alpha) \quad \dots \text{【式12】}$$

$$NEW_theta' = NEW_theta + \alpha \quad \dots \text{【式13】}$$

ここで、MPU12は、各画像の座標変化パラメータ[NEW_theta' , Q']を使用して、各画像に次のような座標変換を施す。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0087

【補正方法】変更

【補正内容】

【0087】(1) まず、各画像を、左上点を中心に回転量 NEW_theta' だけ回転変換する

(2) 回転変換された各画像を、平行移動量 Q' だけ平行移動する

これらの座標変換により、各画像はメモリ17の同一アドレス空間(共通座標空間)上に再配置され、接続済み

この画像表示角度 α の分だけ、図11に示すように、各画像の平行移動量 Q および回転量 NEW_theta を変換する。その結果、下式に示すように、画像表示角度 α を考慮した各画像の平行移動量 Q' (NEW_X0' , NEW_Y0')および回転量 NEW_theta' がそれぞれ決定する(図7S12)。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0086

【補正方法】変更

【補正内容】

【0086】

画像となる(図7S13)。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0101

【補正方法】変更

【補正内容】

【0101】また、第2の実施形態では、マウスクリックにより、オブジェクトを更新もしくは新規登録も行うことができるので、フレキシブルなオブジェクト操作に優れた画像接続システムが実現する。特に、第2の実施形態では、接続画像の座標変換を最短手順で実行可能な、座標変換パラメータ[NEW_theta' , Q']を使用する。したがって、接続画像を座標変換する際の計算効率を一段と高めることが可能となる。

【手続補正書】

【提出日】平成11年8月19日(1999. 8. 19)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の画像を接続する画像接続システムであって、

前記複数の画像を一緒にまたは順次に表示して画面上での位置入力を受け付け、前記複数の画像間で重複する対応点を少なくとも2箇所取り込む位置入力部と、

前記位置入力部において得た一方の画像の対応点に、その他の画像の対応点を重ねるための平行移動量および回転量とを算出する移動量算出部と、

前記移動量算出部において算出した平行移動量および回転量を用いて、前記その他の画像を座標変換し、共通の座標空間上に前記複数の画像を配置する画像配置部とを

備えた画像接続システムにおいて、

前記画像配置部は、

前記共通座標空間上に各画像を配置するにあたって、前記位置入力部において得た対応点を通る線分で各画像の不要部分をカットするものであり、詳しくは、2箇所以上の対応点を通る複数通りの線分から、画像の接続方向との角度が直角に近い線分を選び出し、選んだ線分を用いて各画像の不要部分をカットするものであることを特徴とする画像接続システム。

【請求項2】 複数の画像を接続する画像接続システムであって、

前記複数の画像を一緒にまたは順次に表示して画面上での位置入力を受け付け、前記複数の画像間で重複する対応点を少なくとも2箇所取り込む位置入力部と、

前記位置入力部において得た一方の画像の対応点に、その他の画像の対応点を重ねるための平行移動量および回転量とを算出する移動量算出部と、

前記移動量算出部において算出した平行移動量および回転量を用いて、前記その他の画像を座標変換し、共通の

座標空間上に前記複数の画像を配置する画像配置部とを備えた画像接続システムにおいて、

前記画像配置部は、

前記共通座標空間上に各画像を配置するにあたって、前記位置入力部において得た対応点を通る線分で各画像の不要部分をカットするものであり、詳しくは、2箇所以上の対応点を通る複数通りの線分から、カットされる不要部分の総面積が最も少ない線分を選び出し、選んだ線分を用いて各画像の不要部分をカットするものであることを特徴とする画像接続システム。

【請求項3】 複数の画像を接続する画像接続システムであって、

前記複数の画像を一緒または順次に表示して画面上での位置入力を受け付け、前記複数の画像間で重複する対応点を少なくとも2箇所取り込む位置入力部と、

前記位置入力部において得た一方の画像の対応点に、その他の画像の対応点を重ねるための平行移動量および回転量とを算出する移動量算出部と、

前記移動量算出部において算出した平行移動量および回転量を用いて、前記その他の画像を座標変換し、共通の座標空間上に前記複数の画像を配置する画像配置部とを備えた画像接続システムにおいて、

前記共通座標空間上に配置される複数の画像を、外部入力される画像表示角度に応じて回転処理し、接続済み画像として格納する画像格納部と、

前記画像格納部に格納された接続済み画像をスクロール方向に従って順次に表示し、複数個の接続済み画像にまたがるスクロール表示を実行するスクロール表示部とを備え、

前記画像表示角度に合わせた画像の回転処理を画像接続中に完了することによって、スクロール表示中における画像の回転処理を不要としたことを特徴とする画像接続システム。

【請求項4】 請求項3に記載の画像接続システムにおいて、

前記画像格納部は、

格納中の接続済み画像に関連付けて、動画情報、静止画情報、音声情報、コマンド情報または文字情報の少なくとも一つを含むオブジェクトが登録可能なオブジェクト指向データベースと、

外部から与えられる画面上の位置指示に対応して、前記オブジェクト指向データベースからオブジェクトを選択し、選択したオブジェクトを画像表示のタイミングに合わせて実行するオブジェクト実行部とを含むことを特徴とする画像接続システム。

【請求項5】 請求項3に記載の画像接続システムにおいて、

前記画像格納部は、

格納中の接続済み画像に関連付けて、動画情報、静止画情報、音声情報、コマンド情報または文字情報の少なく

とも一つを含むオブジェクトが登録可能なオブジェクト指向データベースと、

外部から与えられる画面上の位置指示に対応し、下記

(1)、(2)の少なくとも一方を実行して、前記オブジェクト指向データベースを更新するオブジェクト更新部とを含むことを特徴とする画像接続システム。

(1) 前記位置指示に対応する登録済みオブジェクトを前記オブジェクト指向データベースから選択し、選択した登録済みオブジェクトに対し編集、更新または削除のいずれか一つを実行する処理

(2) 前記位置指示に対応付けて、前記オブジェクト指向データベースにオブジェクトを新規登録する処理

【請求項6】 コンピュータを、請求項1ないし請求項2のいずれか1項に記載の位置入力部、移動量算出部、画像配置部として機能させるための画像接続プログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体。

【請求項7】 コンピュータを、請求項3ないし請求項5のいずれか1項に記載の位置入力部、移動量算出部、画像配置部、画像格納部、スクロール表示部として機能させるための画像接続プログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の詳細な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の画像の接続処理を行う画像接続システム、および画像接続プログラムを記録した記録媒体に関する。特に、本発明は、これらの画像間の位置関係を、簡単かつ確実に入力するためのマンマシンインターフェースの技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、画像接続システムのアルゴリズムとして、テンプレートマッチングもしくは構造マッチングを行うものが知られている。このうち、テンプレートマッチングを使用した画像接続システムは、次のような手順で画像の接続処理を実行する。

【0003】(ステップ1) 接続すべき画像(以下「連接画像」という)から一部範囲の画像データを切り出して、テンプレート画像を作成する。

(ステップ2) 基準とする画像(以下「基画像」という)の範囲内に、一部範囲を初期設定する。

(ステップ3) 基画像の一部範囲と、テンプレート画像との間で、画素ごとの差をとり、これら画素差の絶対値の総和(いわゆる「残差」)を計算する。なお、この計算中に残差の途中結果が所定のしきい値を超えた場合、基画像の一部範囲とテンプレート画像とは一致の可能性がないと判断し、その時点で残差の計算を打ち切る。

【0004】(ステップ4) 残差の最終結果が、許容値以下か否かを判定する。許容値よりも大きい場合、基画像の一部範囲とテンプレート画像とは不一致であると判断する。この場合、一部範囲の設定を基画像の上でわずかにずらした後、ステップ3に動作を戻す。一方、許容値以下の場合、基画像の一部範囲とテンプレート画像とは一致すると判断して、ステップ5に動作を移行する。

【0005】(ステップ5) 基画像の一部範囲に、テンプレート画像が重なるように、接続画像を平行移動し、基画像と接続画像とを接続する。以上のような残差を計算するアルゴリズム(残差逐次検定法)の他に、基画像とテンプレート画像との相互相関係数から画像の一致を判断するアルゴリズムが知られている(詳しくは、1991年刊行の東京大学出版会『画像解析ハンドブック』707頁～712頁に記載されている)。

【0006】一方、構造化マッチングを使用した画像接続システムとしては、画像内から分岐点などの特徴情報を抽出し、これら特徴情報に基づいて画像の位置合わせを行うものが知られている(詳しくは、上記『画像解析ハンドブック』713頁～746頁に記載されている)。

また、最近では、特徴情報の抽出に、FFT変換やGabor Wavelet変換を使用するものも知られている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したテンプレートマッチングを使用した従来例では、基画像と接続画像との間に、回転角度の違いや、縮尺比の違いがあった場合、マッチングの判定にあたって、回転角度や縮尺を何度も変えなければならない。そのため、残差などの計算回数が非常に増大してしまうという問題点があった。

【0008】一方、上述した構造化マッチングを使用した従来例では、回転角度などに対して不変量(例えば、円上で計算したFFT変換係数など)を特徴情報とすることができる。したがって、理論上は、このような特徴情報の位置合わせにより、回転角度の違いに左右されず、画像の平行移動量を求めることができる。

【0009】しかしながら、デジタル画像においては、回転角度や、画像サイズが異なると、画像間の画素位置が一对一に対応しない。そのため、低解像度のデジタル画像については、特徴情報の不変性がさほど成立せず、構造化マッチングを適用しづらいという問題点があった。

【0010】また、上述したテンプレートマッチングや構造化マッチングの従来例に共通して、下記(a)～

(c)のような画像については、マッチングミスを起こしやすいという問題点もあった。

(a) 画像の階調変化が少ない、もしくは緩やかであるといった場合

(b) 画像の階調変化が極端に多い、もしくは周期性が

あるといった場合

(c) 画像の重複面積が狭く、マッチングのための情報量が不足している場合

そこで、請求項1～3に記載の発明では、上述した問題点を解決するために、画像間の位置関係を簡単かつ確実に入力するためのマンマシンインターフェースを備えた画像接続システムを提供することを目的とする。

【0011】請求項1に記載の発明では、各画像の不要部分を、適切な向きにカットすることが可能な画像接続システムを提供することを目的とする。請求項2に記載の発明では、接続処理後の画像情報の消滅を軽減することが可能な画像接続システムを提供することを目的とする。

【0012】請求項3に記載の発明では、画像の表示角度を変更しながらスクロール表示を行うにあたって、スクロール表示の速度を高速化することが可能な画像接続システムを提供することを目的とする。請求項4、5に記載の発明では、オブジェクト指向データベースを付加した、具体的な形態の画像接続システムを提供することを目的とする。

【0013】請求項6に記載の発明では、請求項1～2に記載の画像接続システムをコンピュータ上で実現するための画像接続プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。請求項7に記載の発明では、請求項3～5に記載の画像接続システムをコンピュータ上で実現するための画像接続プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】(請求項1～7に共通する構成) 請求項1～7の共通構成は、複数の画像を接続する画像接続システムであって、複数の画像を一緒にまたは順次に表示して画面上での位置入力を受け付け、複数の画像間で重複する対応点を少なくとも2箇所取り込む位置入力部と、位置入力部において得た「一方の画像の対応点」に、「その他の画像の対応点」を重ねるための平行移動量および回転量を算出する移動量算出部と、移動量算出部において算出した平行移動量および回転量を用いて、その他の画像を座標変換し、共通の座標空間上に複数の画像を配置する画像配置部とを備えたことを特徴とする。

【0015】このような構成では、位置入力部をマンマシンインターフェースとして新規に設ける。その結果、操作者側では、複数の画像を画面上で照合しながら、画像間で重複する対応点を見つけることができ、簡単かつ迅速な入力作業を行うことが可能となる。一方、移動量算出部では、位置入力部から取得した少なくとも2箇所の対応点から、画像の平行移動量および回転量を算出する。画像配置部は、これらの平行移動量および回転量を用いて画像の座標変換を実行する。したがって、回転角度の異なる画像に対しても、適切な接続処理を施すこと

ができる。

【0016】（請求項1、2に共通する構成）請求項1、2の共通構成は、上記構成において、画像配置部は、共通座標空間上に各画像を配置するにあたって、位置入力部において得た対応点を通る線分で各画像の不要部分をカットすることを特徴とする。

【0017】ところで、画像接続によって生じる重複領域の処理については、重複する画素間で平均値や中間値（3つ以上の画像が重複するケース）を計算する処理と、画像（主として重複領域）を分断して一方を不要部分としてカットする処理とが考えられる。特に、後者の処理の場合には、重複領域を確実に分断するカットラインを適切に設定しなければならず、通常、複雑な演算や判定処理が必須となる。

【0018】しかしながら、請求項1、2の共通構成では、カットラインとして、対応点を通る線分を単純に使用する。一般に、対応点は、画像間の重複領域内に位置することが保証されている。そのため、対応点を通る線分は、重複領域を必ず分断するものであり、カットラインとしておおよそ適切な設定である。したがって、複雑な演算や判定処理をさほど経ることなく、極めて簡易にカットラインを設定し、各画像の不要部分をカットすることが可能となる。

【0019】また、操作者側では、与える対応点の位置によって、カットラインの設定をある程度コントロールすることが可能となる。したがって、操作者側の意図をカットラインの設定に反映できる、優れたマンマシンインターフェースを実現することが可能となる。

【0020】なお、請求項1、2の共通構成に記載される「線分」は、2箇所の対応点だけを通る線分に限定されるものではない。例えば、1箇所の対応点を通る適当な傾きの線分でもよいし、3箇所以上の対応点を通る線分でもよい。また、請求項1、2に記載される「線分」は、直線に限定されるものではない。折れ曲がり線や曲線（例えばベジェ曲線、多次曲線、双曲線など）でもよい。

【0021】（請求項1）請求項1に記載の発明は、上記した請求項1、2の共通構成において、2箇所以上の対応点を通る複数通りの線分から、画像の接続方向との角度が直角に近い線分を選び出し、選んだ線分を用いて各画像の不要部分をカットすることを特徴とする。

【0022】上述の構成では、画像の接続方向となるべく直交する線分を選んで、カットラインに設定する。このようなカットラインの設定により、画像（主として重複領域）は、接続方向に分断され、その一方が不要部分としてカットされる。その結果、複数の画像の接続箇所は、適切な向きにカットされる。

（請求項2）請求項2に記載の発明は、上記した請求項1、2の共通構成において、2箇所以上の対応点を通る複数通りの線分から、カットされる不要部分の総面積が

最も少ない線分を選び出し、選んだ線分を用いて各画像の不要部分をカットすることを特徴とする。

【0023】一般に、カットラインで重複領域のみを分断し、その一方を不要部分としてカットした場合、接続処理後の画像情報は一部分たりとも消滅することがない。しかしながら、カットラインで画像全体を分断し、その一方を不要部分としてカットした場合、重複領域以外の画像情報が不要部分としてカットされてしまうおそれがある。

【0024】そこで、上述の構成では、カットされる不要部分の総面積がなるべく少ない線分を選んで、カットラインとする。このようなカットラインの設定により、接続処理後の画像情報の消滅を低く抑えることが可能となる。

（請求項3）請求項3に記載の発明は、上記した請求項1～7の共通構成において、共通座標空間上に配置される複数の画像を、外部入力される画像表示角度に応じて回転処理し、接続済み画像として格納する画像格納部と、画像格納部に格納された接続済み画像をスクロール方向に従って順次に表示し、複数の接続済み画像にまたがるスクロール表示を実行するスクロール表示部とを備える。

【0025】このような構成では、画像表示角度に合わせた画像の回転処理を画像接続中に完了するので、スクロール表示中における画像の回転処理を省くことが可能となる。したがって、スクロール表示の速度を一段と高速化することができる。

（請求項4）請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の画像接続システムにおいて、画像格納部は、格納中の接続済み画像に関連付けて、動画情報、静止画情報、音声情報、コマンド情報または文字情報の少なくとも一つを含むオブジェクトが登録可能なオブジェクト指向データベースと、外部から与えられる画面上の位置指示に対応して、オブジェクト指向データベースからオブジェクトを選択し、選択したオブジェクトを画像表示のタイミングに合わせて実行するオブジェクト実行部とを含むことを特徴とする。

【0026】（請求項5）請求項5に記載の発明は、請求項3に記載の画像接続システムにおいて、画像格納部は、格納中の接続済み画像に関連付けて、動画情報、静止画情報、音声情報、コマンド情報または文字情報の少なくとも一つを含むオブジェクトが登録可能なオブジェクト指向データベースと、外部から与えられる画面上の位置指示に対応し、下記（1）、（2）の少なくとも一方を実行して、オブジェクト指向データベースを更新するオブジェクト更新部とを含むことを特徴とする。

【0027】（1）前記位置指示に対応する登録済みオブジェクトを前記オブジェクト指向データベースから選択し、選択した登録済みオブジェクトに対し編集、更新または削除のいずれか一つを実行する処理

(2) 前記位置指示に対応付けて、前記オブジェクト指向データベースにオブジェクトを新規登録する処理

(請求項6) 請求項6に記載の記録媒体は、コンピュータを、請求項1ないし請求項2のいずれか1項に記載の位置入力部、移動量算出部、画像配置部として機能させるための画像接続プログラムを記録する。

【0028】このような画像接続プログラムをコンピュータ上で実行することにより、請求項1～2のいずれか1項に記載の画像接続システムを実現することができる。

(請求項7) 請求項7に記載の記録媒体は、コンピュータを、請求項3ないし請求項5のいずれか1項に記載の位置入力部、移動量算出部、画像配置部、画像格納部、スクロール表示部として機能させるための画像接続プログラムを記録する。

【0029】このような画像接続プログラムをコンピュータ上で実行することにより、請求項3～5のいずれか1項に記載の画像接続システムを実現することができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明における実施の形態を説明する。

【0031】＜第1の実施形態＞第1の実施形態は、請求項1、6に記載の発明に対応する実施形態である。

【0032】図1は、コンピュータ11を使用した画像接続システムの全体構成を示す図である。図1において、コンピュータ11の内部には、MPU（マイクロプロセッサ）12が設けられる。このMPU12には、キーボードやマウスなどからなる入力装置13、ハードディスク16、メモリ17、画像処理ボード18、並びにインターフェースボード20が接続される。この画像処理ボード18の画像出力端子には、モニタ19が接続される。一方、インターフェースボード20には、スキャナや電子カメラなどの画像入力機器21が接続される。

【0033】また一方、MPU12にはCD-ROMドライバ装置22が接続される。このCD-ROMドライバ装置22には、画像接続プログラム、並びにそのインストールプログラムを記録したCD-ROM23が挿入される。このCD-ROM23内のインストールプログラムにより、MPU12は、CD-ROM23内の画像接続プログラムを展開し、ハードディスク16に実行可能な状態で格納する。

【0034】（本発明と第1の実施形態との対応関係）以下、本発明の構成要件との対応関係について説明する。まず、請求項1～7の共通構成と第1の実施形態との対応関係については、位置入力部は入力装置13とMPU12の「基画像と接続画像を表示して、対応点のマウス入力を取得する機能」とに対応し、移動量算出部はMPU12の「2箇所以上の対応点に基づいて接続画像の回転量および平行移動量を算出する機能」に対応し、

画像配置部はMPU12の「回転量および平行移動量に応じて接続画像を座標変換し、メモリ17の同一アドレス空間上に基画像と接続画像とを配置する機能」に対応する。

【0035】さらに、請求項1に記載の発明と第1の実施形態との対応関係については、画像配置部はMPU12の「対応点を通る線分の中で、接続方向となるべく直交する線分で、各画像の不要部分を除去する機能」に対応する。

【0036】また、請求項6に記載の発明と第1の実施形態との対応関係については、記録媒体がCD-ROM23に対応する。

（第1の実施形態の動作）以下、第1の実施形態の動作について説明する。図2は、第1の実施形態の動作を説明する流れ図である。

【0037】まず、コンピュータ11において画像接続プログラムが起動されると、MPU12は、ダイアログをモニタ画面上に作成する。図3は、このようなダイアログの表示例を示す図である。図3において、ダイアログ内には、2つのウィンドウが並べて配置される。これらのウィンドウには、画像入力機器21などから入力された基画像と接続画像とが、それぞれ表示される。このようなダイアログを表示した状態で、MPU12は、操作者によるマウス入力を待機する（図2S1）。

【0038】操作者は、ダイアログ上の2つの画像を照合して、両画像間で重複する対応点を少なくとも2箇所決定する。例えば、図3において表示される2つの画像は、地図の画像である。操作者は、これらの地図画像に共通する十字路を見つけ出し、十字路の交差部分の右上隅および右下隅をそれぞれ対応点A、Bに決定する。操作者は、このように決定した2つの画像の対応点A、Bに、マウスポインタを重ね、マウスクリックを実行する。

【0039】MPU12は、入力装置13を介して、これらマウスクリックの位置を順次に取り込み、下記の変数にそれぞれ格納する。

(1) 基画像上における対応点Aの相対座標(OLD_XA, OLD_YA)

(2) 接続画像上における対応点Aの相対座標(NEW_XA, NEW_YA)

(3) 基画像上における対応点Bの相対座標(OLD_XB, OLD_YB)

(4) 接続画像上における対応点Bの相対座標(NEW_XB, NEW_YB)

なお、これらの変数群を、拡張自在な配列構造やリスト構造にすることにより、操作者による3箇所以上の対応点入力を受け付けることも可能となる。

【0040】図4(a)は、このように入力された対応点A、Bを示す図である。MPU12は、2つの画像それぞれの座標系ごとに、対応点A、Bを結んだベクトル

A Bの傾き OLD_r 、 NEW_r を、次のように算出する。

$$OLD_r = \tan^{-1}[(OLD_YB-OLD_YA)/(OLD_XB-OLD_XA)] + \pi \quad \dots \text{【式1】}$$

$$NEW_r = \tan^{-1}[(NEW_YB-NEW_YA)/(NEW_XB-NEW_XA)] + \pi \quad \dots \text{【式2】}$$

MPU12は、このように求めた2つの傾きから、ベクトルA Bの相対角度(OLD_r-NEW_r)を算出し、接続画像の回転量 $NEW_θ$ とする(図2S2)。

【0041】次に、MPU12は、基画像上の対応点Aと接続画像上の対応点Aとの隔たりから、対応点Aの平

$$S = \sqrt{[(OLD_YB-OLD_YA)^2 + (OLD_XB-OLD_XA)^2] / [(NEW_YB-NEW_YA)^2 + (NEW_XB-NEW_XA)^2]} \quad \dots \text{【式3】}$$

以上のような一連の計算により、接続画像を座標変換するために必要なパラメータが全て揃う。

【0043】ここで、MPU12は、対応点が3箇所以上か否かを判定する(図2S5)。対応点が2箇所の場合、これら2箇所の対応点からカットラインを設定するため、MPU12は、ステップS7に動作を移行する。一方、対応点が3箇所以上の場合、これらの対応点を通る線分が幾通りか考えられる。そこで、MPU12は、2箇所以上の対応点を通る線分を複数通り定め、その中で画像の接続方向になるべく直交する線分をカットラインとして選び出す(図2S6)。

【0044】このように選んだカットラインを使用して、MPU12は、画像間の重複領域を分断し、その一方を不要部分としてメモリ17上から除去する(図2S7)。図5は、このような不要部分のカット処理を具体的に説明するための図である。図5(a)では、操作者側から3箇所の対応点A～Cが位置入力されている。まず、MPU12は、これらの対応点A～Cの中から、2箇所の対応点を結んだ3通りの線分AB、BC、CAを定める。次に、MPU12は、これらの線分の中から、画像の接続方向(ここでは左右方向)になるべく直交する線分ABを選び出し、カットラインに設定する。

【0045】MPU12は、図5(b)に示すように、このカットラインを使用して各画像の重複領域を分断し、それぞれの相異なる方を不要部分としてメモリ17上から除去する。このような不要部分の除去により、図5(c)に示すように、接続後の画像情報を一部たりとも損なうことなく、画像の接続部分が適切に処理される。

【0046】続いて、MPU12は、接続画像の座標変換を順次実行する。まず、MPU12は、図4(b)に示すように、対応点Aを中心にして、接続画像を回転量 $NEW_θ$ だけ回転させる(図2S8)。続いて、MPU12は、図4(c)に示すように、対応点Aを中心にして、接続画像を縮尺比Sだけ縮小(拡大)する(図2S9)。

【0047】さらに、MPU12は、図4(d)に示すように、接続画像を平行移動量Pだけ平行移動し、基画像と接続画像とを、メモリ17の同一アドレス空間上に配置する(図2S10)。なお、これらのステップS8

行移動量P($OLD_XA-NEW_XA, OLD_YA-NEW_YA$)を算出する(図2S3)。

【0042】さらに、MPU12は、2つの画像におけるベクトルA Bの大きさの比から、縮尺比Sを、次のように算出する(図2S4)。

～10の座標変換において、変換前後の画素位置が一一对応しない場合、画素の再標本化が実行される。また、このような画素の再標本化に伴う接続画像の劣化を軽減するために、座標変換に先だって接続画像のサイズを拡大しておいてもよい。

【0048】(第1の実施形態の効果など)以上のような一連の処理により、第1の実施形態では、2つの画像を正しい位置関係に接続することができる。特に、操作者は、複数の画像をモニタ画面上で照合することができるので、画像間で重複する対応点を簡単かつ迅速に見つけて、マウスなどの入力装置13を介して即座に入力することができる。

【0049】一方、画像接続システム側では、入力装置13から少なくとも2箇所の対応点を取得することにより、画像の平行移動量Pおよび回転量 $NEW_θ$ を算出することができる。したがって、回転角度の異なる画像についても的確な接続処理を施すことが可能となる。特に、このような接続処理の過程では、従来のような複雑な残差計算や特徴情報の抽出処理を行う必要がない。したがって、従来例に比べて、画像接続の処理時間を大幅に短縮することができる。また、従来のテンプレートマッチングや構造マッチングが適さない種類の画像についても、問題なく画像接続を行うことができる。

【0050】さらに、第1の実施形態では、「1箇所の対応点Aが少なくとも重なる」および「1箇所の対応点Aとその他の対応点Bとを結ぶベクトルの傾きが一致する」という緩やかな条件の元で、平行移動量Pおよび回転量 $NEW_θ$ を算出する。したがって、対応点A、Bの位置に多少の誤差が含まれていても、画像の接続処理を柔軟かつ確実に遂行することができる。

【0051】また、第1の実施形態では、対応点A Bの間隔の比率に基づいて、画像間の縮尺比Sを算出する。したがって、縮尺比の異なる複数の画像についても、的確な接続処理を施すことが可能となる。特に、対応点の入力情報を流用して画像間の縮尺比を求めるので、操作者側で縮尺比を逐一計算して別途入力するなどの面倒な手間が一切要らない。

【0052】さらに、第1の実施形態では、対応点を通る線分をカットラインに使用するので、カットラインを適切に決定するための複雑な処理が不要となる。また、

操作者側では、与える対応点の位置によって、カットラインの設定をある程度コントロールすることも可能となる。特に、第1の実施形態では、画像の接続方向となるべく直交する線分をカットラインに選ぶので、複数の画像の接続箇所を適切な向きにカットすることが可能となる。

【0053】なお、上述した第1の実施形態では、2つの画像を接続する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、3つ以上の画像のそれぞれについて、重複する対応点を少なくとも2箇所ずつ入力できるようにしてもよい。このような場合は、3つ以上の画像を一度に接続することが可能となる。また、上述した第1の実施形態では、2箇所の対応点を通る線分の中からカットラインを選択しているが、これに限定されるものではない。例えば、対応点を一つもしくは複数選んで、選んだ対応点を通る線分をカットラインとしてもよい。

【0054】さらに、上述した第1の実施形態では、左右方向に画像を接続する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図6に示すように、上下方向に画像を接続しても勿論よい。図6に示すケースでは、画像の接続方向（この場合は上下方向）になるべく直交する線分A Bをカットラインに選ばばよい。

【0055】また、上述した第1の実施形態では、画像の接続方向を、上下、左右並びに斜めなどの大まかな方向として処理しているの、カットラインの選別処理を大幅に簡略化することができる。現実的にも、このような簡略な処理で十分な場合が多い。しかしながら、このような処理に限定される必要はない。例えば、平行移動量Pの傾きから接続方向を詳細に求めてもよい。また、平行移動量Pおよび回転量NEW_θに基づいて、共通座標空間上で「基画像の中心点と接続画像の中心点とを連結した線分の傾き」を算出し、この傾きから接続方向を詳細に求めてもよい。

【0056】さらに、上述した第1の実施形態では、

(1) 対応点Aを中心に回転

(2) 対応点Aを中心に拡大縮小

(3) 対応点Aの隔たり分だけ平行移動

の順番で接続画像の座標変換を実行している。しかしながら、これら(1)～(3)の座標変換を一度に行う変換式を作成して、一度に座標変換を済ませて勿論構わない。

【0057】特に、これらの(1)～(3)の座標変換に使用されるパラメータ(P, NEW_θ, S)は、2箇所の対応点からほぼ最短の効率的な計算手順で算出することが可能である。したがって、第1の実施形態では、座標変換の手順を(1)～(3)としたことにより、座標変換用のパラメータ計算を特に高速に実行することが可能となる。

【0058】しかしながら、座標変換の手順は、(1)～(3)のみに限定されるものではない。一般に、座標変換の順番を変えたり、回転変換の中心をずらしたり、拡大縮小変換の中心をずらしたり、無効な座標変換を付加するなどにより、等価な座標変換を無限に得ることが可能である。したがって、これらの等価な座標変換のいずれかを使用しても勿論かまわない。

【0059】また、上述した第1の実施形態では、画像接続プログラムの記録媒体としてCD-ROM 23を使用しているが、記録媒体の種類はこれに限定されるものではない。一般的に、記録媒体としては、機械読み取り可能な媒体であれば何でもかまわない。さらに、上述した第1の実施形態では、基画像と接続画像とを単純に並べて一緒に表示している。このような表示方式では、両画像を照合しやすく、対応点が迅速かつ簡易に見つかるという利点がある。しかしながら、この表示方式に限定されるものではない。例えば、基画像と接続画像とを順次に表示しても勿論かまわない。また、操作者側からの指示に応じて、基画像および接続画像を部分的に拡大表示してもよい。このような部分的な拡大表示によれば、対応点の入力精度をさらに高めることが可能となる。

【0060】次に、別の実施形態について説明する。
＜第2の実施形態＞第2の実施形態は、請求項2, 3, 4, 5, 7に記載の発明に対応した実施形態である。なお、第2の実施形態のシステム構成は、第1の実施形態(図1)と同一であるため、ここでの重複説明を省略する。

【0061】(本発明と第2の実施形態との対応関係)以下、本発明の構成要件との対応関係について説明する。まず、請求項1～7の共通構成と第2の実施形態との対応関係については、位置入力部は入力装置13とMPU12の「基画像と接続画像を表示して、対応点のマウス入力を取得する機能」とに対応し、移動量算出部はMPU12の「2箇所以上の対応点に基づいて接続画像の回転量および平行移動量を算出する機能」に対応し、画像配置部はMPU12の「回転量および平行移動量に応じて接続画像を座標変換し、メモリ17の同一アドレス空間上に基画像と接続画像とを配置する機能」に対応する。

【0062】また、請求項2に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、画像配置部はMPU12の「対応点を通る線分の中で、不要部分の総面積が最も少ない線分を用いて、各画像の不要部分を除去する機能」に対応する。さらに、請求項3に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、画像格納部はハードディスク16とMPU12の「画像表示角度に応じて回転処理した接続済み画像をハードディスク16に格納する機能」とに対応し、スクロール表示部はMPU12の「ハードディスク16上の複数の接続済み画像を順次切り換えながら、スクロール表示を実行する機能」に対

応する。

【0063】また、請求項4に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、オブジェクト指向データベースはハードディスク16とMPU12の「接続済み画像およびオブジェクトを登録管理する機能」とに対応し、オブジェクト実行部はMPU12の「マウス入力に応じてオブジェクトを実行する機能」に対応する。

【0064】さらに、請求項5に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、オブジェクト指向データベースはハードディスク16とMPU12の「接続済み画像およびオブジェクトを登録管理する機能」とに対応し、オブジェクト更新部はMPU12の「マウス入力に応じてオブジェクトを更新する機能」に対応する。また、請求項7に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、記録媒体がCD-ROM23に対応する。

【0065】（第2の実施形態の動作）以下、第2の実施形態の動作について説明する。図7および図8は、第2の実施形態の動作を説明するための流れ図である。まず、操作者は、コンピュータ11において画像接続プログラムを起動し、スキャナなどから取り込んだ複数の画像の中から、基画像および接続画像を選択する（図7S1）。

【0066】なお、ここでの基画像は、接続作業にあたって最初に選ばれる画像もしくは、既に接続作業が完了して共通座標空間上での配置が既知の画像である。一方、接続画像は、この基画像と一部分が重複する画像で

$$\text{OLD}_\gamma = \tan^{-1}[(\text{OLD_YB} - \text{OLD_YA}) / (\text{OLD_XB} - \text{OLD_XA})] + \pi \quad \dots \text{【式4】}$$

$$\text{NEW}_\gamma = \tan^{-1}[(\text{NEW_YB} - \text{NEW_YA}) / (\text{NEW_XB} - \text{NEW_XA})] + \pi \quad \dots \text{【式5】}$$

MPU12は、このように求めた2つの傾きから、ベクトルABの相対角度 $(\text{OLD}_\gamma - \text{NEW}_\gamma)$ を算出する。MPU12は、基画像の回転量 OLD_θ を、この相対角度にオフセット加算して接続画像の回転量 NEW_θ を求める（図7S3）。

【0070】

$$\text{NEW}_\theta = \text{OLD}_\gamma - \text{NEW}_\gamma + \text{OLD}_\theta \quad \dots \text{【式6】}$$

なお、基画像が、接続作業にあたって最初に選ばれた画像の場合、基画像の座標空間が共通座標空間となるた

$$\text{OLD_XA0} = \text{OLD_XA} \cdot \cos(\text{OLD}_\theta) - \text{OLD_YA} \cdot \sin(\text{OLD}_\theta) + \text{OLD_X0} \quad \dots \text{【式7】}$$

$$\text{OLD_YA0} = \text{OLD_XA} \cdot \sin(\text{OLD}_\theta) + \text{OLD_YA} \cdot \cos(\text{OLD}_\theta) + \text{OLD_Y0} \quad \dots \text{【式8】}$$

なお、上式中の $(\text{OLD_X0}, \text{OLD_Y0})$ は、共通座標空間における基画像の左上点座標である。続いて、MPU12は、「共通座標空間における基画像上の対応点A」と「接続画像上の対応点A」との隔たりから、対応点Aの平行移動量 $P(\text{OLD_XA0} - \text{NEW_XA}, \text{OLD_YA0} - \text{NEW_YA})$ を求める（図7S5）。

【0072】以上のように求めた、対応点Aの平行移動量 P と回転量 NEW_θ を使用して、接続画像を共通座標空間上に座標変換することが可能となる。しかしながら、メモリ17上の接続画像は、対応点Aを原点にせず、左

ある。MPU12は、このように選択された2つの画像をモニタ画面に一緒に表示する。このような表示状態で、MPU12は、操作者によるマウス入力を待機する。

【0067】操作者は、モニタ画面上の2つの画像を照合して、両画像間で重複する対応点を少なくとも2箇所決定する。操作者は、このように決定した各画像の対応点に、マウスポインタを重ね、マウスクリックを実行する（図7S2）。MPU12は、入力装置13を介して、これらマウスクリックの位置を順次に取り込み、下記の変数にそれぞれ格納する。

【0068】（1）基画像上における対応点Aの相対座標 $(\text{OLD_XA}, \text{OLD_YA})$

（2）接続画像上における対応点Aの相対座標 $(\text{NEW_XA}, \text{NEW_YA})$

（3）基画像上における対応点Bの相対座標 $(\text{OLD_XB}, \text{OLD_YB})$

（4）接続画像上における対応点Bの相対座標 $(\text{NEW_XB}, \text{NEW_YB})$

なお、これらの変数群を、拡張自在な配列構造やリスト構造にすることにより、操作者による3箇所以上の対応点入力を受け付けることも可能となる。

【0069】図9（a）は、このように入力された対応点A、Bを示す図である。MPU12は、2つの画像の座標系ごとに、対応点A、Bを結んだベクトルABの傾き OLD_γ 、 NEW_γ を、次のように算出する。

め、上式中の回転量 OLD_θ はゼロに設定される。この時点において、図9（b）に示すように、共通座標空間における基画像の配置は、既に決定している。そこで、MPU12は、基画像を共通座標空間に写すための座標変換を、基画像上で入力された対応点Aの相対座標 $(\text{OLD_XA}, \text{OLD_YA})$ に施す。その結果、下式に示すように、共通座標空間における対応点Aの絶対座標 $(\text{OLD_XA0}, \text{OLD_YA0})$ が決定する（図7S4）。

【0071】

$$\text{OLD_XA0} = \text{OLD_XA} \cdot \cos(\text{OLD}_\theta) - \text{OLD_YA} \cdot \sin(\text{OLD}_\theta) + \text{OLD_X0} \quad \dots \text{【式7】}$$

$$\text{OLD_YA0} = \text{OLD_XA} \cdot \sin(\text{OLD}_\theta) + \text{OLD_YA} \cdot \cos(\text{OLD}_\theta) + \text{OLD_Y0} \quad \dots \text{【式8】}$$

上点を原点にした状態で格納されている。そこで、接続画像を座標変換する際の計算効率をさらに高めるため、下記の手順で「対応点Aの平行移動量 P 」を「左上点の平行移動量 Q 」に換算する。

【0073】まず、MPU12は、接続画像の左上点を平行移動量 P を用いて平行移動し、続いて、共通座標空間上の対応点Aを中心に回転量 NEW_θ だけ回転する。その結果、下式に示すように、共通座標空間における接続画像の左上点の絶対座標 $(\text{NEW_X0}, \text{NEW_Y0})$ が決定する。

$$NEW_X0 = -NEW_XA \cdot \cos(NEW_θ) + NEW_YA \cdot \sin(NEW_θ) + OLD_XA0 \quad \dots \quad \text{【式 9】}$$

$$NEW_Y0 = -NEW_XA \cdot \sin(NEW_θ) - NEW_YA \cdot \cos(NEW_θ) + OLD_YA0 \quad \dots \quad \text{【式 10】}$$

図9 (c) は、このように決定された左上点の絶対座標 (NEW_X0, NEW_Y0) を示す図である。

【0074】以上の計算により、左上点の平行移動量Qは (NEW_X0, NEW_Y0) に決定する (図7S6)。ここで、MPU12は、上記のように求めた「左上点の平行移動量Q」および「回転量NEW_θ」を、接続画像に関連付けて記憶する (図7S7)。続いて、MPU12は、2箇所以上の対応点を通る線分を複数通り定め、これら線分ごとに、カットされる不要部分の総面積を計算する。このような計算の結果から、MPU12は、不要部分の総面積が最も少ない線分をカットラインに選択する (図7S8)。

【0075】図10は、このようなカットラインの選択を具体的に説明する図である。図10 (a) ~ (c) に、線分AB, BC, CAでそれぞれカットされる不要部分 (図中の白丸で埋まった領域) を示す。この場合、不要部分の総面積が最も少ないのは、線分ABで不要部分をカットした図10 (a) のケースである。したがっ

$$NEW_X0' = NEW_X0 \cdot \cos(\alpha) - NEW_Y0 \cdot \sin(\alpha) \quad \dots \quad \text{【式 11】}$$

$$NEW_Y0' = NEW_X0 \cdot \sin(\alpha) + NEW_Y0 \cdot \cos(\alpha) \quad \dots \quad \text{【式 12】}$$

$$NEW_θ' = NEW_θ + \alpha \quad \dots \quad \text{【式 13】}$$

ここで、MPU12は、各画像の座標変化パラメータ [NEW_θ', Q'] を使用して、各画像に次のような座標変換を施す。

【0079】(1) まず、各画像を、左上点を中心に回転量NEW_θ' だけ回転変換する

(2) 回転変換された各画像を、平行移動量Q' だけ平行移動する

これらの座標変換により、各画像はメモリ17の同一アドレス空間 (共通座標空間) 上に再配置され、接続済み画像となる (図7S13)。

【0080】なお、このような座標変換の過程において、変換前後の画素位置が一对一に対応しない場合には、画素の再標本化が適宜に実行される。MPU12は、このように作成された接続済み画像を、メモリ17上からハードディスク16上に転送し、オブジェクト指向データベースに格納する (図7S14)。このとき、オブジェクト指向データベース内の接続済み画像の管理テーブルには、今回の接続処理に使用した個々の画像ファイル名と、各画像ファイルの接続情報 (例えば、接続処理後の各画像の4隅座標など) とが記憶される。

【0081】ここで、MPU12は、モニタ画面上にダイアログを表示して、接続処理が一通り完了したことを操作者側に伝え、操作者側からの新たな指示を待つ。もしも、別の画像群について接続処理を行う場合 (図7S15のYES側)、MPU12は、座標変換パラメータなどを初期化した後、ステップS1に動作を戻す (図7S16)。

て、線分ABがカットラインに選択される。

【0076】このように選択したカットラインを境界にして、基画像および接続画像の不要部分をカット (メモリ17から消去) する (図7S9)。ここで、MPU12は、モニタ画面上にダイアログを表示して、接続作業の経過を操作者側に伝え、操作者側からの指示を待つ。もしも、接続すべき画像が他にある場合 (図7S10のYES側)、MPU12は、ステップS1に動作を戻して、接続作業を新たに繰り返す。

【0077】一方、接続すべき画像が他にない場合 (図7S10のNO側)、MPU12は、操作者側から画像表示角度αを取得する (図7S11)。MPU12は、この画像表示角度αの分だけ、図11に示すように、各画像の平行移動量Qおよび回転量NEW_θを変換する。その結果、下式に示すように、画像表示角度αを考慮した各画像の平行移動量Q' (NEW_X0', NEW_Y0') および回転量NEW_θ' がそれぞれ決定する (図7S12)。

【0078】

【0082】一方、接続処理がひとまず完了している場合 (図7S15のNO側)、MPU12は、次の手順で、接続済み画像の表示動作に移行する。まず、MPU12は、ハードディスク16のオブジェクト指向データベースから、接続済み画像の一部範囲を読み出し、画像処理ボード18に転送する。画像処理ボード18は、この転送分を内部の画像バッファに格納し、モニタ画面上に初期表示する (図8S17)。

【0083】ここで、MPU12は、操作者からの入力メッセージを待つため、待機状態に入る。ここで、MPU12が解釈実行する入力メッセージは、例えば、「スクロール指示」、「オブジェクト操作のためのマウスクリック」、「ウインドウの終了指示」などである。以下、これらについて順番に説明する。

(スクロール指示に対する動作) 待機状態中に、スクロール指示のメッセージが入力すると (図8S18のYES側)、MPU12は、モニタ画面上の接続済み画像が指示方向にスクロール可能か否かを判定する (図8S19)。

【0084】もしも、指示方向の画像の端付近がモニタ画面上に表示されていた場合 (図8S19のNO側)、MPU12はスクロールが不可能と判定する。この場合、オブジェクト指向データベース内の接続済み画像の管理テーブルを検索し、現在表示中の画像部分を共有する別の接続済み画像があるか否かを判定する (図8S20a)。もしも、別の接続済み画像がない場合、MPU12は、スクロール動作を断念して待機状態に戻る。一

方、別の接続済み画像があった場合、MPU12は、別の接続済み画像に表示を切り換えて、スクロール動作の継続を図る(図8S20)。

【0085】ところで、ステップS19においてスクロールが可能であると判断された場合、MPU12は画像処理ボード18に対してスクロール命令を与える。画像処理ボード18では、スクロール命令に応じて、画像バッファ上の表示範囲をずらし、モニタ画面上のスクロール移動を実現する(図8S21)。このとき、画像処理ボード18においてスクロール移動後の描画が完成しない場合、画像処理ボード18側からMPU12へ「無効矩形の発生」を知らせるメッセージが伝達される。MPU12は、無効矩形分の画像データを画像処理ボード18に転送し、無効矩形の解消を図る。

【0086】以上のような動作(図8のステップS18～S21)により、複数の接続済み画像にまたがるスクロール表示が実現する。

(マウスクリックに対する動作) 待機状態中に、表示画像上でマウスクリックが実行されると(図8S22のYES側)、MPU12は、オブジェクト指向データベース内の登録テーブルを検索し、表示中の接続済み画像のクリック箇所に対して、オブジェクトが既に登録されているか否かを判定する(図8S23)。

【0087】もしも、クリック箇所にオブジェクトが登録されていない場合(図8S23のNO側)、MPU12は、オブジェクト新規登録用のダイアログを表示する。操作者は、このダイアログ上で、オブジェクトとして新規登録するファイル(動画ファイル、静止画ファイル、音声ファイル、実行ファイル、文字ファイルなど)を選択する。MPU12は、選択されたファイルを、表示中の接続済み画像のクリック箇所に関連付けて、オブジェクト指向データベース内の登録テーブルに新規登録する(図8S24)。

【0088】一方、クリック箇所にオブジェクトが既に登録されていた場合(図8S23のYES側)、MPU12は、画像接続プログラムの現在の動作モードが、オブジェクト実行モードか否かを判定する(図8S25)。もしも、オブジェクト実行モードの場合(図8S25のYES側)、MPU12は、登録済みオブジェクトを実行するための子スレッドを生成する。この子スレッドは、親スレッド側のスクロール動作(図8のステップS18～S21)にタイミングを合わせて、登録済みオブジェクトを実行する(図8S26)。

【0089】一方、オブジェクト編集モードの場合(図8S25のNO側)、MPU12は、オブジェクト編集用のダイアログを表示し、操作者からのオブジェクトの編集指示(例えば、編集、更新、削除など)を受け付ける(図8S27)。以上のような動作(図8のステップS22～S27)により、接続済み画像に関連付けられたオブジェクトの操作が可能となる。

【0090】(ウインドウの終了指示) 待機状態中にウインドウの終了メッセージを受け取ると(図8S28のYES側)、MPU12は、画像接続プログラムに関連する各ウインドウの削除と資源の解放処理とを順次に行う(図8S29)。このような後処理を終えた後、MPU12は、メッセージの待機状態を抜け出して、画像接続プログラムを終了する。

【0091】(第2の実施形態の効果など) 以上説明した動作により、第2の実施形態では、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。その上さらに、第2の実施形態では、カットされる不要部分の総面積がなるべく少ない線分を選んで、カットラインとしている。したがって、接続処理後の画像情報の消滅をなるべく少なくすることが可能となる。

【0092】また、第2の実施形態では、画像の接続処理中に、画像表示角度に合わせた回転処理を実行する。したがって、スクロール表示中には、画像の回転処理を行う必要がなくなり、スクロール表示の速度を一段と高速化することができる。さらに、第2の実施形態では、マウスクリックにより登録済みオブジェクトを実行できるので、多様な情報提示に優れた画像接続システムが実現する。

【0093】また、第2の実施形態では、マウスクリックにより、オブジェクトを更新もしくは新規登録も行うことができるので、フレキシブルなオブジェクト操作に優れた画像接続システムが実現する。特に、第2の実施形態では、接続画像の座標変換を最短路で実行可能な、座標変換パラメータ[NEW_θ', Q']を使用する。したがって、接続画像を座標変換する際の計算効率を一段と高めることが可能となる。

【0094】

【発明の効果】

【0095】(請求項1) 請求項1に記載の発明では、画像の接続方向となるべく直交する線分をカットラインに選ぶので、複数の画像の接続箇所を適切な向きにカットすることができる。

(請求項2) 請求項2に記載の発明では、カットされる不要部分の総面積がなるべく少ない線分を選んで、カットラインとする。このようなカットラインの設定により、接続処理後の画像情報の消滅を低く抑えることが可能となる。

【0096】(請求項3) 請求項3に記載の発明では、画像表示角度に合わせた画像の回転処理を画像接続中に完了するので、スクロール表示中における画像の回転処理を省くことが可能となる。したがって、スクロール表示の速度を一段と高速化することができる。

(請求項4) 請求項4に記載の発明では、外部からの位置指示に応じて、オブジェクト指向データベースの登録済みオブジェクトを選択実行するので、多様な情報提示に優れた画像接続システムが実現する。

【0097】（請求項5）請求項5に記載の発明では、外部からの位置指示に応じて、オブジェクト指向データベースに、オブジェクトを更新もしくは新規登録するので、フレキシブルな情報操作に優れた画像連接システムが実現する。

（請求項6）請求項6に記載の記録媒体を使用すること

により、コンピュータ上で、請求項1～2のいずれか1項に記載の画像連接システムを実現することができる。

【0098】（請求項7）請求項7に記載の記録媒体を使用することにより、コンピュータ上で、請求項3～5のいずれか1項に記載の画像連接システムを実現することができる。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.